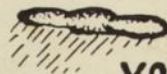


Doc. 12



PRIMAVESI

A MODERNA AGRICULTURA INTENSIVA



VOL. II



DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM CULTURAS
NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO VEGETAL

A MODERNA AGRICULTURA INTENSIVA — Vol. II

DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM CULTURAS

NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO VEGETAL

POR

ARTUR PRIMAVESI

Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia, Professor de Agricultura Geral,
Diretor do Instituto de Solos e Culturas, Universidade
de Santa Maria, RGS, Brasil

e

ANNA MARIA PRIMAVESI

Engenheira Agrônoma e Doutora em Agronomia da Cadeira de Agricultura Geral,
Coordenadora-Geral do Instituto de Solos e Culturas, da Universidade
de Santa Maria, RGS, Brasil

1965

Oficinas Gráficas da LIVRARIA DO GLOBO S. A.
Pôrto Alegre - Brasil

DEDICATÓRIA

Ao Professor Dr. José Mariano da Rocha Filho,
Magnífico Reitor da Universidade de Santa Maria,
lídimio orientador da interiorização do Ensino Superior,

e

ao Professor Dr. Ary Bento Costa,
Digníssimo Diretor da Faculdade de Agronomia da USM,

nossa homenagem especial.

Agradecemos às emprêsas

S. A. MOINHOS RIO GRANDENSES, Pôrto Alegre,
que, com sua generosidade, colaborou valiosamente
na edição desta obra.

Comp. MELHORAMENTOS de São Paulo S. A.
pela cessão dos clichês.

Agradecemos sinceramente a todos que prestaram a
sua gentil colaboração.

FOREWORD

It gives me much pleasure to write a foreword to this important book, on the subject of signs of mineral deficiencies in tropical and subtropical crops.

The recognition of these signs forms the basis of the visual method of recognising mineral deficiencies in crops causing limitations in yields and quality and, in the most extreme conditions, total failures.

The visual method is only one of a number of diagnostic methods used by agricultural experts to increase crop production and has been applied with great success for a number of years on temperate crops.

The method has the great advantage in that it can be used both by experts and the more intelligent farmers on growing crops in the field, without any special apparatus or equipment other than the book with the appropriate illustrations in colour. For these reasons it is particularly valuable for making preliminary judgements of the causes of crop failures and for making rapid surveys of crop conditions over large areas of farmland.

The visual method, with the illustrations of the hunger signs for many crops, has been discussed in great detail for temperate crops, but no such comprehensive book has previously appeared for tropical and subtropical crops, hence the present volume is especially welcome. Moreover, the method has a very special in the tropics and subtropics since there are areas where there is an urgent need for greatly increased production in crops in order to raise the nutritional levels and standards of living of the peoples. The broadleaved trees and bush crops and the many perennial crops grown are also especially well suited for the application of the visual method.

For all these reasons the book should prove a valuable aid in the efforts that are being made to increase the yield and quality of tropical and subtropical crops and thus should receive a warm welcome from all concerned in crop production and in the welfare of farming communities in the tropics.

T. WALLACE

University of Bristol
Department of Agriculture and Horticulture,
Research Station, Long Ashton, maio de 1964

PREFÁCIO

É uma grande satisfação para mim escrever um prefácio dêste importante livro, versando sôbre as demonstrações visuais das deficiências minerais em culturas tropicais e subtropicais.

A verificação destas demonstrações é a base do método visual de reconhecimento de carência minerais em culturas, que causam a limitação das colheitas, tanto em qualidade, como em quantidade e, em casos extremos, provocam o fracasso total das mesmas.

O método visual, é sômente um dos vários métodos de diagnóstico usado pelos técnicos em agricultura, visando o aumento da produção agrícola e foi aplicado, com grande sucesso, já há muitos anos, em zonas temperadas.

Êste método possui a grande vantagem de poder ser usado, tanto pelos técnicos em agricultura, como pelos agricultores inteligentes, no próprio campo, sem precisar recorrer a aparelhos ou equipamentos especializados, fora o livro, com as ilustrações apropriadas. Por isso, particularmente importante, poderemos fazer julgamentos preliminares das causas de fracassos das colheitas e de podermos fazer rápidas supervisões das condições das culturas, em grandes áreas cultivadas.

O método visual, com as ilustrações dos sinais de deficiências de muitas culturas, foi elaborado detalhadamente para as culturas temperadas, mas nenhum livro compreensível foi editado, ainda, a êsse respeito, com relação a culturas tropicais e subtropicais, e, portanto, esta obra é muitíssimo oportuna. Ademais, êste método possui uma importância tôda especial nos trópicos e subtrópicos, porque estas áreas necessitam, com urgência, aumentar a produção agrícola e elevar o nível nutricional e o padrão de vida das suas populações.

Árvores frutíferas e muitas outras culturas perenes, fàcilmente podem ser incluídas na aplicação do diagnóstico visual.

Por tôdas essas razões, êste livro é uma ajuda valiosa aos esforços feitos para aumentar as safras e a qualidade dos produtos tropicais e subtropicais, e deve ser, por isso, muito bem recebido por todos os que se ocupam com a produção agrícola e com o bem estar das comunidades rurais dos trópicos e subtrópicos.

T. WALLACE

University of Bristol
Department of Agriculture and Horticulture,
Research Station, Long Ashton, May, 1964.

VORWORT

Das Erkennen von Pflanzenmangelercheinungen hat für die moderne Landwirtschaft eine immer noch wachsende Bedeutung. Die Pflanze benötigt ausser Wasser und Kohlendioxyd 12 Nährstoffe. Diese müssen der Pflanze in aufnehmbarer Form und im jeweils für die Pflanze richtigen Verhältnis zur Verfügung stehen, damit hohe Ernten von guter Qualität eingebracht werden können. Auf eine ungenügende Versorgung mit den Pflanzennährstoffen reagiert die Pflanze nicht nur durch eine geringere Leistung. Sie zeigt Veränderungen in ihrem Wuchs, ihrem Aussehen und besonders in der Ausbildung der Blätter. Diese Veränderungen bezeichnen wir als Mangelsymptome. Jeder Pflanzennährstoff hat ganz bestimmte Aufgaben in der Pflanze zu erfüllen. Bei Mangel an einem Nährstoff werden diese Aufgaben nicht gelöst. Dort, wo die Pflanze noch im *Aufbau* war oder wo ältere Pflanzenteile bereits für die nachwachsenden Organe Kohlenhydrate und andere Stoffe produzierten, setzt nun ein Umbau oder *Abbau* ein. Je nachdem, welcher Nährstoff fehlt oder welche Nährstoffe der Pflanze fehlen, treten Vergilbungen oder Nekrosen auf, allgemein Veränderungen der natürlichen Farbe, des Zustandes und der Form, die dann auch noch die Pflanze für einen Schädlingsbefall empfindlicher machen können. Diese Veränderungen oder Schäden erscheinen an ganz bestimmten Stellen. Die Symptome des K-Mangels sehen anders aus als die des Ca-Mangels usw. Je besser nun die Veränderungen oder Symptome, die an der Pflanze bei Nährstoffmangel auftreten, bekannt sind, um so sicherer kann allein aus dem Aussehen der Pflanze geschlossen werden, wo die Ursache der Ernährungsstörung liegt. Die rein visuelle Betrachtung kann wirksam durch Benutzung einer Lupe oder eines Mikroskops (schon bei 100-facher Vergrösserung) unterstützt werden.

Es ist sehr zu begrüßen, dass der Verfasser, Herr Professor Dr. A. Primavesi, nach eigener Erfahrung und Forschertätigkeit diese so wichtigen Kenntnisse zum Nutzen der Landwirtschaft hier zusammengestellt hat. Mögen seine Bemühungen von Erfolg gekrönt werden.

W. BUSSLER

PREFÁCIO

O reconhecimento de deficiências vegetais tem, para a agricultura moderna, uma importância sempre maior. Como sabemos, a planta necessita, além de água e gás carbônico, doze nutrientes. Estes necessitam estar a disposição da planta em forma assimilável, e numa relação adequada, a fim de que consigamos altas colheitas de boa qualidade. A planta reage a uma alimentação deficiente, não somente através de uma menor produção. Ela apresenta diferenças no seu desenvolvimento, na sua aparência e, sobretudo, na formação das folhas. Estas modificações são conhecidas como "sintomas de deficiência".

Cada nutriente da planta tem a sua ação específica a cumprir no vegetal. Na falta de um nutriente, estas ações não podem ser realizadas. Ali, nas partes da planta que, ainda, se acham em desenvolvimento, ou nas partes mais velhas do vegetal que estão já fornecendo minerais a órgãos novos, começa, agora, uma reconstrução e decomposição das matérias vegetais. Dependendo qual ou quais nutrientes faltem ao vegetal, aparecem necroses, modificações da cor normal, do estado e da forma da planta, que podem torná-la mais suscetível a uma praga. Estas modificações ou danos aparecem em lugares determinados na planta. Os sintomas da deficiência de potássio apresentam-se diferentes dos da deficiência de cálcio, etc. Quanto melhor conhecidas as modificações ou sintomas, que aparecem na planta por deficiência mineral, tanto mais acertadamente podemos concluir, baseados somente na aparência vegetal, onde está a causa do distúrbio nutricional. O reconhecimento puramente visual pode ser complementado eficazmente, através do uso de uma lupa ou de um microscópio (já com um aumento de 100 vezes).

É muito louvável que o autor, o Sr. Professor Dr. A. Primavesi, tenha reunido tão importantes conhecimentos com base em pesquisas e experiências próprias, a bem da agricultura. Sejam esses esforços de grande utilidade às lavouras.

W. BUSSLER

Universidade de Berlin
Instituto de Nutrição Vegetal,
Química do Solo e Biologia do Solo
Berlin, Março de 1964.

FOREWORD

Effective and profitable production of all crops depends in large measure on the continuing supply of essential nutrient elements in such quantity as to meet the growth needs of the individual crop species. Rarely is it possible to achieve satisfactory production levels of good quality crops solely from native soil fertility. Since man has achieved considerable knowledge as to the nutrient element needs of plants, it is now possible to supplement the nutrient supplying power of each kind of soil with chemical fertilizers and soil amendments, by intelligent soil and crop management practices to increase the effectiveness of production systems.

The identification of nutrient deficiency symptoms in each species of crop plant, has great usefulness. In many situations, the prompt application of substances carrying the deficient element(s) may restore the crop to high productivity. In any case, the occurrence of deficiency symptoms serves as the warning that serious problems of plant nutrition must be solved, if recurrence of retarded crop growth and inferior quality are to be avoided.

In addition to the use of deficiency symptoms as a guide to good crop management, the manager needs to give consideration to "hidden hunger", which is a condition of limited nutrient supply that retards growth and reduces crop quality, but is not sufficiently severe as to produce visible deficiency symptoms. Crop nutritionists are steadily developing new knowledge as to the range of nutrient element content that will insure optimum opportunity for crop development and maturity. These current levels of nutrient supply are determined by rapid analytical methods applied to index portions of the particular crop — such as, fully developed young leaves, leaf petioles, or segments of the stem, as may be appropriate. Along with such plant tissue testing, the use of rapid methods of soil testing prior to the growing season, provides a powerful tool of management for the efficient crop manager.

These applications of science and technology that insure more plentiful production of crops, along with desired levels of quality, are helping to raise the production levels of food, fiber, and livestock feed in all parts of the world. The dependence of man on the products of the land demand fuller use of our natural resources to meet the growing needs of the people. The advancement of human welfare in each nation depends on high levels of production for all crops and pastures, in the variety permitted by the natural resources of land, climate, and vegetation, under the wise management of skilled cultivators.

HOWARD B. SPRAGUE

Emeritus Professor of Agronomy
Pennsylvania State University
University Park, Pennsylvania, U. S. A.
July 24, 1964

PALAVRAS INTRODUTÓRIAS

A riqueza e a prosperidade do Brasil dependem da fertilidade dos nossos solos. Todo nosso problema econômico resulta afinal da decadência das nossas terras impiedosamente exploradas. Não se verificaria a atual elevação de preços se a produção não houvesse encarecido, e esta jamais encareceria tanto se não decaísse por unidade de área, a cada ano. O fato é que produzimos muito menores colheitas com maiores despesas. Maiores, porque os solos decaídos requerem cada vez mais trato.

O Norte do Brasil, em grandes partes, é quase infértil. Mais de um terço do Estado de São Paulo é constituído de cerrados e campos de barba-de-bode, e, no entanto, êste Estado e alguns do Norte antigamente ofereceram uberríssimas colheitas aos nossos antepassados, possibilitando considerável desenvolvimento ao nosso país.

O nosso problema apresenta ainda grande dificuldade porque não conhecemos completamente as causas da diminuição catastrófica das colheitas. Sabemos que esta é em parte devida à erosão e ao esgotamento do solo, e que precisamos adubá-lo com matéria orgânica e sais minerais; mas não temos conhecimento integral de tudo quanto está faltando às nossas terras. Geralmente acontece surgir num ano de sêca uma moléstia que extermina de uma vez só determinada cultura. Ora, até que se mande fazer o exame da lavoura, até que se suspeite ser o fenômeno devastador devido apenas a uma deficiência ainda não identificada, até que se providencie o exame do solo, que muitas vezes não revela a causa do mal, o tempo corre e tôda a cultura se perde. Muitas vezes, em consequência dêsse fato, o lavrador, arruinado, abandona a sua terra, procurando trabalho na cidade.

Mas não é tudo. Às vezes os exames da terra foram feitos com antecedência e a adubação efetuada conforme prescrições que se diriam adequadas, e, contudo, o resultado em muitos casos é catastrófico. Quantas vezes tivemos oportunidade de observar que especialmente o milho, o algodão, o arroz, etc., adubados com fertilizantes, aliás caros, pereceram, ao passo que, não adubados, proporcionaram colheitas, embora pequenas. Por quê?

Porque o balanço dos conjuntos químicos é muito mais complexo do que imaginamos. Todos os elementos existem, em certas relações e proporções, nos chamados "compounds", e êstes conjuntos químicos devem ser cuidadosamente equilibrados, a fim de proporcionarem boas colheitas. Não se fazem por enquanto exames químicos da terra, nem das fôlhas, que

sempre dariam esclarecimentos satisfatórios. Assim acontece porque êsses exames dependem do tempo e do lugar onde as amostras foram colhidas e nada esclarecem sôbre as relações dos elementos no solo e na planta. Apenas podem dar uma impressão bruta quanto ao estado do solo ou dos elementos absorvidos pela planta. Nunca, porém, indicam se êles poderão ser aproveitados. O aproveitamento dos elementos nutritivos depende da existência ou ausência dos demais elementos do "compound" e da estrutura do solo.

Devemos ter sempre em mente, que a terra é o espaço vital da planta! Ninguém pode mostrar melhor tôdas as condições adversas do solo encontradas pela planta do que a própria planta. Assim sendo, que há de mais natural e adequado do que observar na planta o que é que a prejudica na terra?

Êste livro possibilita ao lavrador inteligente reconhecer prontamente as deficiências existentes no solo. E êsse reconhecimento lhe evitará o mêdo às "moléstias assustadoras" — as quais aumentam, de ano para ano, em nossas lavours, — porque o habilita a atalhá-las, enquanto houver tempo. Ninguém mais se verá na contingência, por exemplo, de perder o seu mandiocal por causa de "envassouramento", o seu tomatal por causa de "vira-cabeça", a sua plantação de fumo por causa de "murcha" ou ferrugem, e seu milho por causa da "queima", o seu arroz por causa da "brussone", o seu bananal por causa do "mal-do-panamá", etc. Inúmeras doenças que causam mêdo perdem a sua temibilidade, porque o lavrador lhes conhece as causas e, assim, as pode combater prontamente.

É incalculável o benefício que êste livro trará a nossa lavoura, pois se evitarão muitos prejuízos no futuro se o lavrador souber descobrir, pelo aspecto das plantas, as causas do mal, causas que tal aspecto denuncia com a maior eloquência. A produção barateará consideravelmente, porque os riscos da lavoura diminuirão.

Com esta obra, a lavoura tropical voltará a ser altamente lucrativa e segura. É fato muito conhecido que a lavoura tropical é imensamente mais difícil do que a dos países de clima moderado, porque carece do benéfico sombreamento pela neve. Era difícilimo controlar as reações químicas em nossos solos, pois não havia um meio eficiente de observá-las. Agora, porém, êste livro vem oferecer um processo de observação e controle de tudo o que acontece com as nossas terras, por intermédio da própria planta.

Por isso é que, de agora em diante, o próprio lavrador se tornará "médico" de sua lavoura. Esta é uma das obras básicas da agricultura moderna. As plantas manifestam as suas necessidades por mil modos, que constituem como que uma linguagem, e êste livro é o intérprete seguro dessas manifestações, ou um dicionário que permite a compreensão dessa linguagem.

Eng.^o Agr.^o CIRO ALBUQUERQUE

ÍNDICE DOS CAPÍTULOS

Introdução	1
Sistema de associações minerais	8
Macro nutrientes	12
Micro nutrientes	19
Consideração geral sobre adubação	29
Adubos nitrogenados	31
Adubos potássicos	35
Adubos fosfáticos	37
Adubos calcários	40
Demais elementos nutritivos	43
Lugar da primeira manifestação de deficiência	46
Deficiência de nitrogênio	51
Deficiência de fósforo	65
Deficiência de potássio	76
Deficiência de cálcio	99
Deficiência de magnésio	120
Deficiência de boro	142
Deficiência de enxôfre	171
Deficiência de cobre	176
Deficiência de manganês	186
Deficiência de zinco	197
Deficiência de ferro	215
Deficiência de molibdênio	220
Conclusão	223
Contrôle do seu diagnóstico	225
Resumo da ação recíproca dos elementos	227
Considerações finais	230
Bibliografia	234
Resumo em inglês (Summary)	XXI
Resumo em alemão (Zusammenfassung)	XXIII
Índice dos Temas	241

ERROS TIPOGRÁFICOS

“A luta contra o êrro tipográfico tem algo de homérico. Durante a revisão os erros se escondem, fazem-se positivamente invisíveis. Mas, assim que o livro sai, tornam-se visibilíssimos, verdadeiros *sacis* a nos botar a língua em tôdas as páginas. Trata-se de um verdadeiro mistério que a ciência ainda não conseguiu decifrar...”

MONTEIRO LOBATO

SUMMARY

"Deficiências Minerais em Culturas", a handbook out of the trilogy about modern, intensive agriculture, deals with the visual symptoms of mineral deficiencies on plants as well as the problems of an adequate commercial dressing.

In a scheme about the "compound system" of nutrients, the efficiency of minerals is shown, their sinergisme or reciprocal impeachment.

A survey of the nutrient reaction as of their adequate application is given. Special attention is paid to the fact that a commercial dressing is without effect in tropical and subtropical zones on soils with a high bulk density, low humus level and little intensive microlife.

The customary Brazilian commercial fertilizers are treated with consideration to their reaction on soil and plant. Emphasis is given to the lime problem, which is not only considered as a pH corrector but especially as a plant nutrient, thus, resulting different points of view relative to its application.

Classification according to the symptoms of deficiencies and not according to the different crops, also enables the reader to identify hunger signs in crops, not mentioned in this handbook.

Each chapter treating a mineral shortage is preceded by a summary of the most characteristic symptoms of this lack, before it is taken in the special consideration of crops. In this book: Rice, cotton, bananas, coffee, sugar cane, tobacco, manioc, sweet potatoes, tree melons, soja, peanuts, citrus, ananas, corn, as well as apples, peaches, grapes, wheat, potatoes, legumes and vegetables, which grow in the subtropical zones of Brazil are treated. 120 plates, partially colored, partially in black and white, illustrate the shortage symptoms. There is not only a detailed description of the symptoms, but also the exact localization of their first appearance on the plant and the general impression the plant or crop transmits when suffering from this very deficiency. The shortage of zinc on coffee trees, for example, provokes the fading of the green color on the sun side of the tree and is stronger on dry places.

A very suitable subject index serves as a "key" and enables the easy identification of the lack. For example: the basis and points of buds rotten: calcium shortage; little, green fruits shed: phosphorus shortage;

gum blisters; copper shortage; a. s. o. According to these observations, the reader finds where he may make research and identifies then the shortage definitively, comparing all this observations with the symptoms given in the handbook.

The main objective of this handbook is to enable the progressive farmer and agronomist to recognize, on the camp, the shortage which the culture suffers and to allow the immediate reparation to save the endangered crop.

ZUSAMMENFASSUNG

In "Deficiências Minerais em Culturas" — des als Handbuch gedachten zweiten Bandes einer Serie über die moderne, intensive Landwirtschaft — werden die Probleme der Mangelercheinungen an Pflanzen und der entsprechenden Düngung behandelt. Ein vom Verfasser entwickeltes Schema der reziproken Wirkung der einzelnen Nährstoffe, das "Compound — System", führt in die Probleme der Sinergismus oder der Hemmung der einzelnen Elemente ein.

Eine Übersicht über Bedeutung und Wirkung der einzelnen Nährstoffe sowie ihre zweckmässigste Ausbringung werden behandelt. Besondere Beachtung wird auf die Tatsache verwendet, dass die Handelsdüngung in den tropischen und subtropischen Gebieten nur dann wirkt, wenn der Boden gar und krümelig ist und einen genügenden Humusgehalt besitzt, um ein vielfältiges Mikrobenleben zu gewährleisten. Anschliessend werden die in Brasilien verfügbaren Handelsdünger und ihre spezifische Wirkung auf Boden und Pflanze behandelt und vor allem gezeigt, dass eine Kalkung oftmals nicht so sehr der Korrektur des pH, als der Pflanzenernährung dienen soll, wobei andere Gesichtspunkte der Ausbringung herrschen.

Die Ordnung nach Mangelercheinungen und nicht nach Kulturen soll es dem Leser ermöglichen, an der Auswahl von Symptomen auch identische Mängel an Kulturen zu erkennen, die hier nicht besprochen werden. Einführend zu jeder Mangelercheinung wird eine Zusammenfassung aller charakteristischen Merkmale gegeben, die in der Regel vorherrschend sind, ehe auf die speziellen Kulturen übergegangen wird.

Es werden behandelt: Reis, Baumwolle, Bananen, Kaffee, Zuckerrohr, Tabak, Manihot, Süsskartoffeln, Baumelonen, Soja, Erdnüsse, Zitrusfrüchte, Ananas, Mais, aber auch Äpfel, Pfirsiche, Wein, Weizen, Kartoffeln und Gemüse, die in den subtropischen Zonen Brasiliens gebaut werden.

120 Bildtafeln, teils farbig, teils schwarz-weiss, illustrieren die Mangelsymptome. Es wird jeweils nicht nur das Sympton an sich, sondern auch genau die Lokalisierung des ersten Auftretens an der Pflanze und die Gesamterscheinung der Pflanze angegeben. So, zum Beispiel, bei Zinkmangel das einseitige Vergilben der Kaffeebüsche auf der Sonnenseite, sowie das stärkere Auftreten an trockeneren Plätzen. Ein zweckmässig geordnetes Sachregister dient als "Schlüssel" und ermöglicht die einfache Identifizierung des Mangels. Zum Beispiel: Knospen faulen teilweise an:

Kalkmangel. — Kleine, grüne Früchte werden abgeworfen: Phosphormangel. — Gummifluss: Kupfermangel, usw. Der Leser findet also, je nach seiner Beobachtung, angegeben, unter welchem Mangel er zu suchen hat, und kann dann nach vergleichenden Beobachtungen feststellen, worum es sich effektiv handelt.

Der Hauptzweck dieses Handbuches ist es, sowohl den fortschrittlichen Landwirten, als auch den Agronomen die Möglichkeit zu geben, an Ort und Stelle, ohne langwierige Untersuchungen, den Mangel festzustellen und durch Sofortmassnahmen eine gefährdete Kultur noch zu retten.

INTRODUÇÃO

Muitas vezes o lavrador encontra-se ante um dilema: ou reconhece logo de que sofre sua cultura, ou perde-a toda em poucos dias. Mas, como conhecer a causa do mal?

A remessa de amostras de terra para a análise química (116, 137, 139, 175) às entidades especializadas é, às vezes, de resultados demorados e, aliás, nem sempre revelam o mal. A análise química foliar poderia revelar com maior presteza e segurança o que está faltando, mas, é também, demorada como as análises biológicas, com fungos *Aspergillus niger* (114), *Cunninghamella* (96), *Azotobacter* (143), etc. Como proceder então? Nada mais restará a fazer senão deixar perecer a cultura? Hoje em dia a lavoura já é muito difícil. As terras cansadas e esgotadas não produzem bem, e além disso quase cada ano aparece nova moléstia desconhecida, que alarma os plantadores. E quando se espera que o adubo químico, caro e difícil de arranjar, proporcione melhor colheita, aparece súbitamente uma moléstia nunca vista, que tudo estraga. O desespêro invade a casa dos lavradores e muitos perdem a confiança, abandonam a sua terra e procuram emprêgo nas cidades.

Há mistério
na Agricultura?

Dedicamo-nos muito a este problema por estarmos convencidos de que não há nada de estranho e misterioso na agricultura. Uma safra nunca traz surpresa. Já a plantinha de 6 a 8 semanas permite a avaliação da safra vindoura. Examinando o desenvolvimento radicular, consegue-se perceber muita coisa. A raiz alimenta a planta e da alimentação depende o rendimento. A planta indica a textura e estrutura do solo agrícola, o pH, o teor em minerais, tudo, enfim, que precisamos saber para podermos avaliar a safra (137).

A planta
indica tudo

Hoje em dia fala-se muito a respeito do diagnóstico químico foliar. Este nada mais é que um aperfeiçoamento do velho método NEUBAUER (119). Foi o professor L. KEHREN que introduziu esta prática no Brasil. Faz já tempo que no mundo inteiro os agrônomos e cientistas reconheceram a insuficiência da análise química do solo (110, 151).

Diagnóstico
químico foliar

Pode-se acrescentar que o chamado diagnóstico das folhas propriamente dito é a análise química do tecido foliar, dos pecíolos, e de outros tecidos vegetais, como a dos brotos novos, porque nem sempre é a folha a parte analisada. Especialmente quanto ao café (*Coffea arabica*, L), a laranjeira (*Citrus sinensis* [L] Osbeck), etc., usamos, em muitos casos, brotos e ramas para a análise. Este método já é um passo para diante. Com ele vemos mais de perto as necessidades e possibilidades das plantas relativamente aos nutrientes do solo.

Disponibilidade dos nutrientes

Digamos possibilidade, porque em muitos casos os sais minerais encontram-se em quantidades suficientes no solo, mas inaproveitáveis para os vegetais. O aproveitamento de certos minerais depende muito dos seguintes fatores (145):

- 1) das particularidades da textura e estrutura do solo; do complexo de troca-adsorção;
- 2) do teor húmico do solo e da microvida;
- 3) do microclima e da umidade do solo;
- 4) do pH;
- 5) da presença ou ausência de outros elementos nutritivos;
- 6) do pF.

Só os agricultores inteligentes conseguem boa lavoura

Até hoje muitos são de opinião que tudo depende de "existir ou não" um certo elemento no solo. Mas já sabemos que a Agricultura é muito complexa. Enquanto os solos apresentavam grande fertilidade tudo era fácil. Hoje, os fatos mudaram completamente e só os mais inteligentes sabem ainda produzir economicamente. Agora, como a Agricultura exige que se conheçam tanto as leis naturais, como a Química e a Física, sua dificuldade acompanhou essas ciências.

Textura e Estrutura do Solo

A textura e estrutura do solo, e com ela o complexo de troca-adsorção, determinam a fixação dos nutrientes no solo, a forma dessa fixação ou a sua perda pela lavagem. (131).

Humo e microvida

O ácido húmico e os seus compostos proporcionam, na maioria dos casos, a disponibilidade dos nutrientes, especialmente do fósforo e de vários elementos menores. O humo possibilita a vida microbiana (145) que é responsável pela estrutura do solo e disponibilidade dos sais minerais.

O clima

O microclima, em particular, e o macroclima das estações, em geral, têm enorme influência na disponibilidade ou deficiência de um mineral (63). O potássio e o magnésio são facilmente lavados, e especialmente em épocas úmidas sua deficiência

é mais acentuada, enquanto o cálcio, o boro, etc., são muito influenciados pela seca e, ao passo que, em anos secos, a cultura pode chegar a perecer por causa dessas deficiências, em anos úmidos pode ser perfeitamente normal no mesmo lote de terra. Depende a influência do clima, porém, decisivamente da estrutura do solo e de sua permeabilidade.

O pH foi reconhecido há muito tempo como fator essencial na nutrição das plantas. As plantas acidófilas são as que suportam ou toleram ou até necessitam quantidades relativamente grandes de magnésio, manganês, zinco, cobre, boro, etc. De outro lado, elas não precisam de cálcio em grandes quantidades para o seu metabolismo.

O pH

As plantas que gostam dum ambiente neutro ou mesmo alcalino, são, por sua vez, muito tolerantes à deficiência da maior parte dos elementos menores, precisando somente quantidades relativamente mínimas deles, mas são bastante exigentes em elementos principais ou maiores. Num pH desadequado estão ligados, ou mobilizados parcial ou totalmente, elementos necessários, que desaparecem ou se tornam nestas quantidades tóxicas para os vegetais e disso resulta em muitos casos uma depressão considerável do crescimento, da safra e, às vezes, o colapso total da cultura.

Tolerância e
exigência dos
vegetais

Aí vemos a razão por que, especialmente as plantas que gostam de um pH baixo, como o arroz, o café, a mandioca, etc., são especialmente sensíveis à falta dos elementos menores, que lhes são necessários em escala relativamente larga. Por isso, a "tristeza" do cafeeiro e da laranjeira, a "cabeça-branca" do arroz, o "envassouramento" da mandioca, a "murcha" do fumo, etc., são manifestações bem conhecidas devidas à deficiência em elementos raros. Porém, em nossos casos, não se trata dum pH alto demais, mas do empobrecimento total da nossa terra por causa da acidificação e, por isso, de fácil lixiviação dos nossos solos.

Muitas vezes, também uma calagem, especialmente uma sobre-calagem, pode provocar sintomas pronunciados de carência, porque em lugar de mobilizar elementos, como o faz o pH baixo, liga-os (145).

Elementos
menores e
maiores
micro-macro-
nutrientes

Devemo-nos livrar da idéia de que os elementos menores são menos importantes que os elementos maiores. O nitrogênio, o fósforo, o potássio, o magnésio e o cálcio são tão essenciais para a nutrição da planta como o boro, o cobre, o manganês, o zinco e o ferro, porque a importância de cada um é a mesma. O que é diferente é unicamente a quantidade absorvida, que é grande ou

mínima. Experimenta-se, porém, omitir um desses elementos menores da dieta vegetal e se verá a sua importância.

Relações
recíprocas
entre os
elementos

A presença ou ausência de outros elementos nutritivos são igualmente importantíssimas. Até há pouco, conhecia-se apenas a Lei do Mínimo (90). Mas essa lei não é tudo. As ligações dos "compounds" e as relações recíprocas entre os diversos elementos são muito mais complexas e importantes do que se suspeitava. O "compound" é uma associação de elementos cujas relações recíprocas são responsáveis pelos difíceis problemas da nutrição vegetal. Por exemplo, a carência de potássio diminui muito a solubilidade do boro e do fósforo, provocando assim igualmente uma deficiência pronunciada desses elementos. O boro é o elemento essencial para a boa distribuição do fósforo na planta. De outro lado, a carência de potássio provoca um excesso fictício, mas muito indesejável de cálcio e magnésio, enquanto sua aplicação unilateral causa, especialmente nos pastos, a deficiência pronunciada de magnésio, que provoca a "tetania do gado" (176 A). O boro tem uma ligação com o cobre, que é elemento indispensável para o vigor e resistência da planta; o vegetal está perdendo seu turgor tornando-se mole e suscetível a qualquer praga e moléstia. O cobre por sua vez contribui bastante para a disponibilidade de zinco e manganês, provocando, se faltar, manifestações de deficiências desses minerais. Geralmente predominará a manifestação da deficiência em zinco, mas na verdade o que falta é somente potássio. Esse fato mostra a razão porque uma deficiência pode ser curada pela simples aplicação dum elemento bem diferente daquele que se suporia necessário. Tal fenômeno contribui também para tornar o caso das deficiências tão misterioso.

Mas estes são por enquanto somente os fatores que têm de ser observados imperiosamente. Agora, compreender-se-á, por que o exame químico ou biológico do solo raramente pode dar resultados satisfatórios. Tal exame nunca leva em conta os fatores das associações "compounds", recíprocos ou antipodas dos elementos diversos; nunca leva em conta a influência do pH, do complexo troca-adsorção, do clima e da estrutura do solo. Mostra, apenas, o que a planta poderia encontrar no solo quando todos os fatores fossem favoráveis. Geralmente, porém, tais fatores não são favoráveis e por isso o exame não tem muito valor prático (104).

Análise
química
foliar

A análise química foliar já se aproxima bem mais da verdade na indicação das necessidades reais da planta. Mas existem certos fatos que ainda são contrários ao uso exclusivo da análise química foliar.

Fazendo-se o diagnóstico químico da fôlha, temos de observar rigorosamente o seguinte:

- 1) que o tecido vegetal seja sempre colhido em lugar onde a deficiência aparece;
- 2) que êsse tecido sempre seja colhido no momento em que a deficiência está aparecendo e não muito tempo depois.

Não se observando essas condições, os enganos podem ser tão grandes que o método se torna duvidoso.

Como sabemos, a deficiência se manifesta na parte inferior (101) ou na superior da planta, segundo a mobilidade do elemento em questão, no íntimo da planta. É por isso muito importante não colhêr em qualquer lugar o tecido vegetal para a análise química, mas exatamente onde a deficiência está aparecendo.

Lugar da
deficiência

Como o potássio, por exemplo, é de grande mobilidade no interior da planta, não adianta tirar a amostra da parte superior do vegetal ou do ramo, para onde êle foi transportado das partes inferiores, que se acham maduras. Devemos tirar as amostras exatamente de onde a deficiência estiver aparecendo, isto é, no caso de potássio, da parte inferior.

De onde tirar
a amostra
foliar

Ademais, em muitos casos existe um estado bem precário de cálcio, boro, manganês, zinco, etc., no solo e na planta, mas em épocas bastante úmidas e muito favoráveis à absorção dêsses minerais, ela pode ser boa, assim que a planta deficiente se recupere, apesar de a cultura já ter sido seriamente prejudicada pela deficiência em época anterior mais sêca (63). Acontece por isso, muitas vêzes, que a fôlha, apresentando ainda o quadro típico de certa deficiência, contenha já quantidade bastante do elemento deficiente, por ter tido a oportunidade de abastecer-se dêle. Colhendo-se então a amostra do tecido vegetal para o exame químico, êste só pode revelar que há por exemplo bastante boro, manganês, zinco, etc., na planta. A doença da cultura torna-se assim misteriosa e será atribuída a um vírus ou a qualquer outra causa estranha. Propaga-se por isso (no Estado de São Paulo) o plantio de feixas testes, nos campos. Isto é, feixas com adubações diversas, feitas através do campo, indicando assim a adubação mais adequada para com aquela cultura. A desvantagem é que demora quase um ano antes de saber o que falta e fora disso não adianta nada em culturas rotativas, porque, por exemplo, onde o trigo não medra mais o centeio ou mourisco dão ainda safras muito compensatórias. Isso significa simplesmente, que cada cultura tem outras possibilidades.

Quando tirar
a amostra
foliar

**Diagnóstico
visual foliar**

Por isso, o diagnóstico visual foliar assume sempre maior importância em nossa lavoura, em vista do seguinte:

- 1) Como consta o que está faltando à cultura, possibilita socorro pronto, o que significa em muitos casos a salvação da safra;
- 2) obriga o agricultor a observar as suas culturas, prevenindo assim, pela pronta correção, danos maiores;
- 3) pode sempre ser complementado, em casos duvidosos, pelo exame químico foliar.

O exame químico das folhas torna-se muitas vezes dispensável. Existem, contudo, casos em que as deficiências apresentam manifestações tão semelhantes que somente o exame químico poderá esclarecer do que se trata. Mas devemos sempre dar a maior importância ao diagnóstico visual e sabermos que o exame químico como suplemento nunca falhará, porque nesse caso o tecido vegetal da amostra é colhido no lugar adequado. Se assim não fôr, teremos de contar com enganos muito grandes na análise química foliar quando realizada por leigos, o que a priva de todas as vantagens relativas à análise química do solo. Cumpre por isso ensinar os lavradores, primeiro por via do diagnóstico visual foliar, as necessidades das plantas, familiarizá-los com os lugares onde aparecem as deficiências; em casos mais claros, deverão êles reconhecer a deficiência. Não adianta nada colhêr, por exemplo, folhas inferiores de um pé de mandioca (*Manihot utilisima* Pohl) que sofre de "envassouramento", porque na maioria dos casos as folhas mais velhas estão ainda suficientemente abastecidas de boro e assim nunca podem revelar qual a deficiência de que a planta sofre.

Devemos acrescentar que o diagnóstico visual foliar e o diagnóstico radicular são na maioria dos casos os exames que darão melhores resultados, pois excluem enganos, mostrando claramente os fatos da própria vida da planta.

**Tolerância
das plantas**

Conhecemos plantas acidófilas, muitas vezes hostis ao calcário, mas não ao cálcio, conhecemos plantas hostis ao potássio, exigentes em fósforo, modestas quanto ao nitrogênio, etc. E, cada vez que aprendemos alguma coisa nova, achamos mais interessante, mais fascinante e mais bela a Agricultura.

A AGRICULTURA NÃO CONSISTE SENÃO NO USO DAS LEIS NATURAIS EM FAVOR DO HOMEM; NUNCA PORÉM, NO ABUSO DELAS.

Erosão

Fomos para um distrito onde houve certa vez — e isso não faz muito tempo — muita riqueza devido ao algodão (*Gossy-*

pium hirsutum L.). Mas tôda ela desapareceu de um dia para outro. Agora o distrito é pobre, tão pobre que o desespero invadiu muitas casas de lavradores. Será possível que o algodão haja esgotado tanto a terra? Não era sòmente o algodão, mas especialmente as queimadas e as consequências da monocultura que aceleravam a erosão interna de maneira assustadora. A erosão não é sòmente o arrastamento superficial da terra, nem só a lavagem de nutrientes, mas também a fixação dêstes, em ligações inaproveitáveis (131).

É difícil para o lavrador reconhecer a erosão interna sem ensino adequado, mas lhe é muito possível saber, por meio das próprias plantas, o que está faltando na sua terra. Não se deve esquecer porém, nunca o seguinte:

“É bom adubar, mas não adianta nada fazê-lo se não existir humo no solo”, quer dizer, microvida que proporcione uma estrutura fôfa.

A adubação química

O próprio adubo não é assimilável pela planta se esta não pode desenvolver o seu sistema radicular e se não encontra suficiente umidade no solo. Quando é absorvido, em muitos casos sòmente é armazenado, (124) sem que possa ser aproveitado, porque faltam os catalisadores e portadores. Quase sempre, só por meio de bactérias êle torna-se aproveitável, e só com ajuda de matéria orgânica, êle mantém-se disponível.

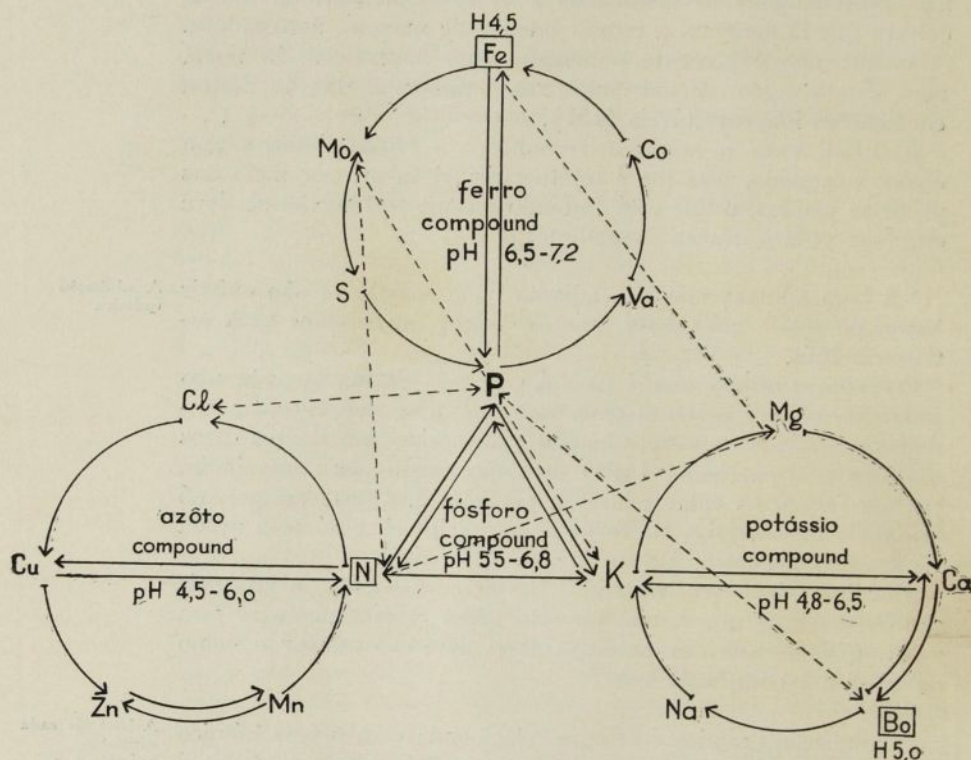
Por isso, deve ser lembrado: “Não é suficiente saber quais são os minerais que faltam no solo. Êsse conhecimento só tem valor, quando sabemos também como devemos adubar e como deve ser a estrutura do solo.”

A adubação química é sempre relacionada com o teor húmico e a estrutura do solo e, quando faltam êstes, o solo se tornará salgado pelos adubos como no deserto de Gobi, e nunca dará colheita econômica. A base de cada adubação química é sempre uma adubação orgânica, seja de massa verde, seja de estrume. E vai a regra: “quanto melhor o solo, tanto melhor o efeito da adubação.”

A base de cada adubação química é a matéria orgânica

Também sempre devemos lembrar que cada cultura tem o seu pH próprio. Pode acontecer, por exemplo, que falte potássio e magnésio em uma cultura acidófila mas, pela fórmula imprópria do adubo químico aplicado, resulte uma depressão da safra, ou até mesmo o fracasso da cultura, especialmente pela elevação inadequada do pH.

SISTEMA DOS COMPOUNDS DE MINERAIS



Reações entre as associações

Distinguimos quatro associações de complexos minerais:

- 1) a associação nitrogênio-fósforo-potássio, a mais importante de todas, que assume a posição chave na nutrição da planta.
- 2) a associação de potássio.
- 3) a associação de nitrogênio.
- 4) a associação de ferro.

Leis naturais

A Agricultura é muito simples, mas temos de conhecer as leis biológicas da natureza, se não tudo permanecerá como até hoje, para muitos somente "um jogo de sorte". Por isso devemos lembrar que tudo quanto este livro ensina não adianta nada para a Agricultura se não for realizado em harmonia biológica (138). A escolha do adubo é tão importante como o próprio adubo. Existem diversos adubos azóticos, potássicos, fosfáticos, etc., com reação em parte ácida e em parte básica, o que

é igualmente necessário levar em consideração. O pH não é somente importante para um bom rendimento e para a resistência da cultura às moléstias; o próprio pH indica se uma cultura é exigente ou tolerante ou modesta quanto à necessidade de elementos raros e quanto a fofice. O pH próprio

Assim, por exemplo, a mandioca ou o arroz, com um pH 5 a 6, necessitam muito mais elementos raros do que o trigo ou o alfafa com pH 6,5 até 9, pois estas plantas são bastante tolerantes à deficiência daqueles elementos. A maioria dos elementos menores, especialmente o manganês, zinco, cobre e boro torna-se logo insolúvel quando o pH sobe. A insolubilidade é atribuída:

- 1) às ligações que estes elementos formam;
- 2) à falta de solubilizadores, isto é, de outros elementos menores que ajudem a manter os primeiros mobilizados.

Isso tudo demonstra que uma deficiência em certos minerais não é sempre uma deficiência absoluta mas sim, muitas vezes, uma deficiência relativa, porque os nutrientes se acham em ligações inaproveitáveis para as plantas, apesar de se encontrarem no solo; fato êste importante.

Não basta apenas o reconhecimento das deficiências, mas também o da reação entre as associações "compounds" dos diversos adubos.

Por êste sistema de associações, é mais fácil imaginar o sinergismo entre os diversos minerais.

A substituição dos minerais no complexo de troca adsorção da potássio-associação é bem conhecida (189). O cálcio é substituído pelo magnésio, êste pelo potássio e aquêle pelo sódio, o que significa que o sódio é o mais difícil de remover do complexo de troca-adsorção. Por outro lado, o sódio pode mobilizar os elementos de seu "compound" presos no complexo de adsorção entrando no lugar dêles. A dificuldade está somente em se saber como remover depois o sódio. A única coisa que domina ainda êste elemento é a acidez húmica.

Substituição
dos minerais
no complexo
troca-adsorção

Não é nenhuma novidade que a adubação com um elemento torna os outros elementos da associação deficitários, em parte por causa de desequilíbrio de "compound" e em parte por que causa depressão na absorção dos outros elementos.

"Lei do
Mínimo"

Já LIEBIG pregou a regra da "Lei do Mínimo" (85). Êle não estava, porém, bem ciente do porquê da existência dessa lei. Faltou-lhe a noção da reciprocidade dos elementos duma associação que tudo explica, mas isso não muda a lei, apenas amplia-a (26). Observamos que raramente aparecem duas deficiên-

"Dominância de
deficiências"

cias do mesmo "compound", ao mesmo tempo. Sòmente depois de remover uma deficiência, a outra, antes dominada, aparece também. Isto não quer dizer que a outra deficiência não exista, mas sòmente que está dominada em suas manifestações pela mais forte.

Metabolismo vegetal forma as variedades

A sensibilidade ou tolerância da planta, baseada no seu metabolismo particular, sempre indica — no caso da deficiência de vários elementos — qual dêles dominará. Esta dominância não depende do nutriente, mas das particularidades da planta e não da espécie. E esta particularidade forma as variedades e é a base da criação de novas linhagens.

Tolerância às deficiências

Este fato pode parecer estranho, mas de outro lado conhecemos muito bem plantas da mesma espécie mais tolerantes a certas deficiências, (63) ou melhor, menos exigentes quanto a certos minerais. Temos por exemplo, variedades de milho que sofrem muito a deficiência de zinco, enquanto outras quase não precisam dêle. Temos variedades de batatinhas (*Solanum tuberosum* L) que quase desaparecem, porque sofrem muito a deficiência em boro, enquanto outras não acusam sua falta, ainda que plantadas no mesmo campo. É igualmente sabido que, por exemplo, uma vaca leiteira holandesa só dá boa ordenha quando recebe muitos fortificantes, enquanto uma outra da mesma raça fornece a mesma quantidade de leite sem nenhuma forragem adicional.

O metabolismo particular de cada planta constitui também a razão por que tantos sintomas de carência até hoje foram mal interpretados. É bem natural que a maioria fôsse de opinião que, se se tratasse duma deficiência da terra, todos os vegetais teriam de denunciá-la igualmente. Por que não acontece isto?

Não há também pessoas que permanecem sãs no meio duma epidemia? Será que elas não são contaminadas? Sim, são, mas apresentam resistência, superando a contaminação.

Na Agricultura, quando falamos dos minerais, devemos dizer menos exigente em lugar de resistente, porque a resistência contra, por exemplo, a falta de boro nada mais é que a menor exigência duma planta quanto a êsse elemento.

OS NUTRIENTES VEGETAIS

Funções dos elementos

É conveniente dar um breve relance de olhos sôbre as funções dos elementos, mesmo que sejam bem conhecidas.

Água

Temos, em primeiro lugar, a água que sempre constitui fator limitante da vegetação. Por isso, os métodos da lavoura devem

ser sempre relacionados com êste fato. E hoje sabemos todos, que a conservação ou recuperação do estado fôfo (157) do solo é o único meio de conservar a adequada umidade da nossa terra de cultura.

Mas, além do aumento da capacidade retentora do solo, pelo tratamento adequado com matéria orgânica, podemos igualmente diminuir a transpiração dos vegetais por uma adubação química adequada. Plantas com uma seiva "cheia" possuem um plasma viscoso e transpiram menos que plantas com seiva "vazia", isto é, seiva pobre. Com uma adubação de boro, potássio, fósforo e cálcio aumenta a produção por área, mas diminui o gasto de água por kg de substância sêca (176, 165). Com uma adubação nitrogenada porém, a transpiração e o gasto de água aumentam.

O oxigênio, muito necessário à nutrição das plantas — 50 % da substância sêca é oxigênio — forma óxidos e outros complexos de conjuntos orgânicos. Não há falta dêsse elemento, se a terra fôr fôfa. Êle aumenta a permeabilidade do citoplasma para a água. Oxigênio

O carbônio que as plantas têm de assimilar em forma de gás carbônico é proveniente em parte do ar — 0,03% — e em parte do solo — 2 a 6%, — onde é liberado pela decomposição da matéria orgânica. Por isso, a importância da "sombra de vento" não deve ser subestimada (146), porque uma cultura de, por exemplo, girassol, (*Helianthus annuus*), necessita 40.000 kg de gás carbônico por hectare. Estas quantidades provindas do solo são levadas pelo vento se não existir uma proteção. Por outro lado, sabemos que não há fotossíntese sem CO₂ e da fotossíntese depende finalmente tôda vida vegetal do nosso globo. Gás carbônico

O gás carbônico é geralmente um fator deficiente em nossas lavouras. "Sombra de vento" e adubação orgânica darão conta desta exigência de tôdas as plantas. Lembramos que o fator de carboidratos assume, no mínimo, a mesma importância, na vida vegetal, que qualquer nutriente mineral. Nas leguminosas, porém, êle é ainda mais importante, constituindo aí o fator vital, devido ao grande consumo de carbônio pelas bactérias noduladoras que, em casos de deficiência dêsse elemento, tornam-se parasitas, matando a planta (133).

MACRO NUTRIENTES

Nitrogênio

O nitrogênio faz parte dos três primeiros nutrientes vegetais reconhecidos, e o símbolo NPK domina ainda a maioria das "fertilizações" dos nossos campos.

Forma aminas e proteínas

Este nutriente forma na planta todos aminoácidos e finalmente também as proteínas. É um processo em que muitas enzimas atuam, onde "Unidades Portadoras" (Trägereinheiten; carrier unit) são ativas e onde diversos metais, como Mo, Fe, Cu, Mn, atuam como catalisadores (111 A).

Atuam como enzimas

As proteínas são um dos componentes plásticos que formam o tecido vegetal, fazem parte decisiva do protoplasma celular e constituem a reserva energética da semente. Além disso, são também as proteínas que desempenham funções enzimáticas nos núcleos celulares.

A planta absorve de preferência nitratos, mas está também habilitada a assimilar amoníaco, especialmente com diminuída concentração de H^+ íons. Ela prefere NH_3 . A assimilação de NH_3 depende porém, da presença de Mn, enquanto a assimilação de NO_3 depende da presença de Mo. Existe um balanço muito delicado entre N: Cu e um menos delicado entre N: Ca.

NH_3 não pode ser armazenado na planta como NO_3 (153). Ele tem de ser aproveitado imediatamente ou é de novo eliminado. O seu aproveitamento depende da presença de carboidratos.

Na agricultura moderna o nitrogênio ou azoto é quase sempre deficiente, sendo, nos solos europeus, o elemento que mais falta (134).

Há diversas fontes de nitrogênio no solo, além do complexo mineral, onde geralmente existe em escassas proporções. Entra no solo pela fixação microbiana, pela matéria orgânica e pelos adubos comerciais (147, 178).

A adubação orgânica — tanto de matéria verde ou de estrume de curral — é um dos meios mais aconselháveis de restaurar o "deficit" em azoto. Conhece-se a leguminosa como adubação verde por excelência e como restauradora do baixo nível ni-

trogênico. Porém, não é o azoto acumulado pelos nódulos radiculares, mas a própria massa verde, cortada ainda prematuramente, que, na sua decomposição, fornece o tão necessário azoto (178). Existe pois a possibilidade de usar qualquer cultura como adubação verde, especialmente colza (*Brassica napus* var. *oleifera*) e mourisco (*Fagopyrum esculentum*), mas também sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.), milho (*Zea mays* L.), etc., porque é bem conhecido o cansaço do solo devido a repetidas culturas de leguminosas, que provocam o unilateral desenvolvimento de nematóides ou pseudomonas.

Os adubos comerciais possuem todos o inconveniente de não poderem ser usados continuamente, por causa de seus resíduos indesejáveis, como, por exemplo, Na, SO₄, etc., que têm influência prejudicial sobre a estrutura e, finalmente, sobre a fertilidade absoluta do solo.

O potássio, junto com o Ca, responsável pela hidratação celular (68), é o grande catalizador, entrando — como o magnésio — no fluido celular. Sintetiza aqui, de água e carboidratos, os açúcares e amidos e migra parcialmente, na época de maturação, de volta ao solo. Não faz parte de nenhum composto orgânico, apesar de uma fração, mais ou menos 30%, estar reunida bastante firme às proteínas do protoplasma, somente se desprendendo na época da maturação (122). É muito móvel dentro da planta, igual ao nitrogênio, magnésio e fósforo, e é tão facilmente lavado pela água, que até chuvas contínuas ou a água da irrigação podem lixiviá-lo das folhas.

Potássio

Catalisador
forma açúcar
e amidos

Por outro lado, o potássio aumenta a robustez do tecido vegetal pela rápida formação de lignina, como mostram as experiências do Departamento da Agricultura da Universidade de Tóquio. As plantas tornam-se mais resistentes a ataques fungianos, bacterianos e de insetos, como provou a Estação Experimental de Buntehof, Alemanha. Igualmente as plantas bem providas de potássio resistem melhor ao frio e a seca, devido à maior viscosidade do plasma. No momento em que aumenta a transpiração, a planta prefere, na sua assimilação, potássio, cálcio e fósforo, e rejeita o nitrogênio (153). Dentro do solo é igualmente de grande mobilidade. Em climas úmidos, é facilmente lixiviado, enquanto em climas áridos logo sobe à superfície do solo, aumentando desproporcionalmente o pH, junto com o magnésio, sódio e cálcio (solodisação).

Em nossos solos de cultura é facilmente deficiente. A adubação potássica é de qualquer maneira problemática, porque em muitos tipos de solos o potássio é fixado. Especialmente no Rio Grande do Sul, os adubos potássicos raramente trazem resultado compensatório, mesmo em casos de grave deficiência deste nutri-

ente. O problema pode estar, ou na simultânea falta de outros nutrientes, ou na presença de outros alcalinos terrosos de pouca utilidade para os vegetais, que usam as mesmas "Unidades Portadoras" (144), como podem fazer, por exemplo, o rubídio e o cézio (Rb, Cs) (169 A). Calagens maciças, a partir de 2 to/ha, reduzem radicalmente a disponibilidade de K (93).

O melhor adubo potássico é o estrume de aves, de ovelhas e cabras, mas também muito valiosos são o estrume do curral em comum, a cinza de arroz, a cinza de fogão, etc. É claro que, quando não se arranja adubo orgânico, deve-se usar adubo químico, como cloreto de potássio, salitre de potássio, sulfato de potássio ou kainit. Preferência em nossas terras terá geralmente o kainit, adubo potássico superior aos outros. O menos aconselhável em nossos solos ácidos seria o sulfato de potássio, por causa da sua reação muito ácida. Mas temos de escolher sempre os adubos segundo as nossas culturas. Quando queremos adubar a batatinha escolhemos cloreto de potássio, enquanto que para a adubação de algodão, milho híbrido ou trigo (*Triticum aestivum* L.) deve ter a preferência o kainit ou outro adubo potássico com reação básica.

Sódio

Sabe-se que o sódio faz parte de quase todos os tecidos vegetais. Especialmente no algodão e linho (*Linum usitatissimum* L.) encontra-se em elevada concentração. As funções do sódio são parecidas com as do potássio e pode êle substituir o potássio com vantagens até uma proporção de 1: 4 — sódio: potássio.

Parece de que o sódio não é sempre essencial para a vida das plantas, mas, em certos casos beneficia o seu desenvolvimento. Podemos distinguir 4 grupos de plantas quanto à necessidade que têm deste elemento:

4 Grupos de plantas quanto à necessidade em sódio

- 1º) plantas que precisam o sódio para o seu desenvolvimento ótimo;
- 2º) plantas que são beneficiadas de certo modo, seja qual fôr, pela presença de sódio;
- 3º) plantas que toleram a substituição parcial de potássio pelo sódio;
- 4º) plantas que não podem usar de maneira nenhuma o sódio, mesmo que falte o potássio (64).

Intolerantes ao sódio

Enquanto as culturas de milho, batatinhas, soja (*Glycine max.* L.) mourisco, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), girassol e de algumas verduras não podem usar de maneira nenhuma o sódio, o algodão, o trigo, o tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), a cevada (*Hordeum sativum*), o sorgo, o linho, a aveia (*Avena*

sativa), a ervilha (*Pisum sativum*), e algumas verduras toleram a substituição de certa quantidade de potássio pelo sódio, mas não são beneficiados por êle.

Beneficiadas pelo sódio são somente algumas verduras de raízes carnudas, como salsão, nabo (*Brassica napus* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), beterraba (*Beta vulgaris* L.), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), e beterrabas de açúcar, que são bastante insignificantes para a nossa agricultura tropical e subtropical.

Beneficiados
pelo sódio

O sódio aumenta a capacidade retentora de água pelo vegetal, ocupa lugares vazios na seiva (Unidade Portadora) que podiam ser ocupados por tóxicos (148), e finalmente aumenta consideravelmente, junto com o cálcio (em uma proporção de Ca : Na — 14 : 6) (174), o rendimento, a elasticidade e a qualidade em geral de fibras. Não entra no fluído celular, mas fica no fluído extracelular e parece ter uma influência na pressão osmótica do vegetal.

Aumenta a
capacidade
retentora de
vegetal

Aumenta a
qualidade de
fibras

É somente indispensável na vida de plantas halófilas que são, porém, tôdas silvestres.

Na maioria das plantas o sódio serve apenas para ocupar nas células lugares que, em caso de deficiência em potássio, podiam ser ocupados por outros cations tóxicos.

Ocupa lugares
livres nas
células

Sobre o solo tem ação peptizante, destruindo a sua fertilidade.

O fósforo ocupa o principal papel no desenvolvimento vegetal e pode ser considerado como o elemento chave da vida, porque entra em todos os processos onde houver movimento: enzimas da respiração, nos cromossomas, nas núcleo-proteínas e o encontramos, por isso, nas sementes, meristema, brotos, etc., em grandes quantidades. É indispensável à divisão celular e move-se sempre das partes já desenvolvidas para as em desenvolvimento (10).

Fósforo

É absorvido pela planta como íon $H_2PO_4^-$ (59) e não sofre transformação nenhuma dentro do vegetal aparecendo em todos compostos orgânicos na planta, como em proteínas, ácidos nucléicos, em aminoácidos básicos, etc., em sua forma original, de alta oxidação. É altamente móvel dentro da planta e se locomove, em caso de escassez, para as partes em formação. Acumula-se nas sementes e frutos. Influi muito na formação de flôres e frutos.

O fósforo controla a produção de açúcar, que se torna anormal quando êle falta. Em quase tôdas as nossas terras de cultura o fósforo é deficiente por ser fixado em ligações insolú-

veis; geralmente só 1% de P no solo é disponível. A maioria dos nossos solos têm a pronunciada capacidade de converter o fósforo assimilável em formas inaproveitáveis graças à deficiente vida microbiana.

Fósforo
fixado no
solo

Por isso, é ridículo haver quem esteja propagando irracionalmente altas quantidades de adubos fosfatados. O que temos de fazer em primeiro lugar é mobilizar os fosfatos fixados no solo. O único meio de mobilizá-los consiste na acidez húmica isso é na adubação com massa orgânica que revitalize o solo. Existe um balanço delicado entre P : Fe e uma forte dependência de P : B.

O solo não é
suporte mas
sim, um ente
vivo

Se a Agricultura opera sob o ponto de vista de que o solo é somente suporte, seria então muito melhor e muito mais econômico largar mão, o mais cedo possível, da lavoura e plantar somente em soluções nutritivas.

Quando, porém, tratamos o solo como um ser vivo, que é de fato, e segundo as regras biológicas, não é difícil alcançar colheitas boas e econômicas.

E quando há quem defende a tese de que os nossos solos de cultura precisariam de umas 5 toneladas por hectare de fosfatos para proporcionar colheitas boas, sabemos que não se precisa "encher" primeiro o complexo de troca-adsorção com fósforo até sobrar também um pouco para as nossas culturas, mas que basta fornecer um pouco de humo que manterá aproveitáveis os 200 a 250 kg/ha que aplicamos, e que garantirão com maior certeza uma boa colheita do que as 5 toneladas referidas (131).

A fixação de fósforo após a destruição da matéria orgânica no solo, pelas queimadas e pela monocultura, é tão forte que o característico de quase todas nossas terras de cultura é a deficiência pronunciada em fósforo. Geralmente só 1% do PO_4 é disponível. Estudando os sintomas da deficiência em fósforo, cada agricultor perceberá quão sério é o estado da sua lavoura em relação a esse elemento.

Enxôfre

Apesar de ser o enxôfre um dos maiores nutrientes das plantas, raramente é considerada a sua falta. Há certas espécies de plantas, e estas não são raras, — como por exemplo, todas da família das brassicáceas que incluem o repólho (*Brassica oleracea*, var. *capitata* L.), couve (*Brassica oleracea* L.), brócolo, couve brussela, couve-flor (*Brassica oleracea*, var. *botrytis* L.), couve-rabanete, etc., — que usam o enxôfre para produção de proteínas. Elas transformam o enxôfre em cistina, um aminoácido que forma proteína. Embora o enxôfre entre altamente oxidado na planta, só o radical SH entra como grupo ativo em muitas enzimas que atuam no anabolismo ou catabolismo de carboidra-

tos e proteínas, como no ácido lipóico. Tem uma função decisiva na assimilação clorofiliana. Age como coenzima na formação de proteínas de ácidos graxos e aminoácidos.

Quando há deficiência de enxôfre, acumulam-se diversos compostos primários de nitrogênio nos tecidos sem poder ser sintetizados.

As folhas contêm entre 0,02% (centeio) até 2,1% (couve) de S. Ninguém pode esquecer o cheiro de uma folha de repólho ou couve em decomposição, cheiro desagradável de H_2S (gás sulfídrico).

As brassicáceas precisam mais de enxôfre do que de fósforo, cálcio ou magnésio. Por isso, uma adubação de certas culturas com gesso (sulfato de cálcio) tem mais sucesso do que só com cálcio. Da mesma maneira, em certas condições, a aplicação de sulfato de amônio (um subproduto da fabricação de aço, como o super fosfato, produzido pelo processo do ácido sulfúrico e que contém bastante sulfato de cálcio) dá mais resultado do que adubos fosfáticos (63).

A deficiência em enxôfre em estado pronunciado é muito parecida com a de azoto pelas razões acima explicadas (3).

Geralmente o conteúdo de enxôfre do ar, da chuva e da matéria orgânica, basta para a produção de colheitas boas. Em casos de deficiência, o superfosfato com 60 % de sulfato de cálcio é a melhor fonte de S.

O mais potente dissolvente de cálcio no solo é, sem dúvida nenhuma, o gás carbônico (CO_2). Assim o cálcio quase sempre está disponível, enquanto existe na terra agrícola — fora em solos muito ácidos onde se encontra fixado — e, também é muito facilmente lavado, em forma de bicarbonato de cálcio.

O cálcio na vida da planta é usado como cimento entre as células e como “peneira” na lamela central das paredes celulares, onde filtra os outros elementos que entram na célula. Se não fôsse o cálcio, os subprodutos dos ácidos orgânicos seriam tóxicos para as próprias plantas, mas, neutralizados pelo cálcio, não fazem mal. Assim, por exemplo, o ácido oxálico é convertido em oxalato de cálcio (82). Mesmo plantas acidófilas, como a seringueira, morrem se não encontram um pouco de cálcio no solo (23).

Cálcio
neutralizador
e “peneira”

O cálcio constitui fator essencial no meristema das raízes e é co-responsável pelo próprio funcionamento das pontas radiculares. O cálcio é também um dos fatores que regulam a respiração das plantas, fazendo-as resistentes à seca. Sem cálcio os poros perdem a sua elasticidade, ficando abertos, dilacerados e salientes.

Estimulador
da parte do
meristema

Existindo um balanço muito delicado entre cálcio-magnésio-potássio-boro na planta, facilmente pode aparecer um excesso, por exemplo, de potássio que, na realidade nada mais é que a deficiência em cálcio ou magnésio. Não existe seletividade vegetal na absorção de cálcio. Não se transloca no vegetal.

Magnésio

Geralmente as colheitas contêm mais cálcio do que magnésio, e a deficiência varia com a terra, a safra e a cultura. Apesar disso podemos afirmar que devemos todo o verde no mundo ao magnésio (191). O magnésio é o "elemento chave" na molécula de clorofila. E somente a clorofila pode captar a energia solar possibilitando a vida vegetal. Toma igualmente parte em muitas enzimas que sintetizam ácidos graxos, aminoácidos e peptídios. Seguindo este caminho, que começa com o magnésio, passa pela clorofila e a vida vegetal, culminamos na vida animal e humana. Considerando-se o papel que o magnésio desempenha na assimilação de fosfatos pelas plantas, nas quais ele faz companhia ao fósforo, conduzindo-o sob a forma de fosfato de magnésio ao lugar próprio que ocupa na planta, podemos dizer que o magnésio é um dos elementos chave da vida terrestre, porque a ele se deve todo o verde, ao verde a fotossíntese das plantas e o crescimento destas, e sem planta não há animal e sem animal e planta não há homem, exceto o esquimó.

Ao magnésio devemos a uniformidade do desenvolvimento, da florescência e da maturação das nossas colheitas. Desempenha também importante papel na formação de óleos e cêras vegetais, possibilitando em muitas regiões a vida vegetal, apesar da escassez de água (169).

Solos arenosos sofrem facilmente a deficiência de Mg.

MICRO NUTRIENTES

Os elementos raros ou menores são aquêles que existem em concentração mínima no solo, porém, não são menos importantes que aquêles que encontramos em concentrações fortes. Lógicamente, por muito tempo a ação dêsses elementos ficou oculta para o mundo, sendo o boro o primeiro dêles a ser reconhecido como necessário à vida vegetal (186). Aumentam especialmente a resistência das plantas contra a sêca, sendo aqui os mais ativos, Cu, B, Mn e Co, aumentando especialmente as colheitas de algodão e milho consideravelmente (1), e Mn e Mo beneficiam o desenvolvimento radicular em clima quente (56).

As deficiências dêstes elementos são muito complexas, porque muitas vêzes as plantas sofrem de deficiência de vários dêsses elementos simultâneamente, manifestando sòmente a deficiência de um ou mesmo não manifestando a de nenhum dêles. Fora isso, os elementos menores têm o característico consistente que a gravidade da sua deficiência depende muito da estação, isto é, do frio, calor, sêca ou umidade do tempo. O clima afeta as necessidades da cultura em elementos menores, ou a disponibilidade das associações dêles.

Demais, êles têm o característico de reagir de forma bastante tóxica, quando existem em quantidades maiores.

Sabemos que o ferro existe em duas valências na terra e que o equilíbrio destas duas valências na planta é mantido pelo magnésio. Sòmente o ferro divalente parece ser utilizável pelo vegetal. Apesar de o ferro existir em grandes quantidades no solo a planta pode sofrer a sua falta, porque não é capaz de utilizar ferro inorgânico mas sòmente ferro orgânico. A planta necessita muito de pequenas quantidades de ferro, que dentro da planta — ao contrário do que é no solo — é muito sensível. A clorose provocada por uma calagem forte ou uma adubação fosfatada forte é bem conhecida. Mas também pode ser provocada por alta solubilidade de Mn, Zn, e Cu.

A clorose mais séria é a provocada pela calagem excessiva de um solo, porque a planta absorve grandes quantidades de compostos de ferro, que inutilizáveis, ocupam lugares básicos dentro da planta (179).

Ferro
parte da
clorofila

O ferro toma parte na formação da clorofila, provavelmente na síntese do núcleo pirrólico que forma o núcleo da molécula da clorofila (129). Também toma parte ativa numa enzima de respiração (54).

Absorvido mas
inaproveitável

Porém, a deficiência em ferro se apresenta mais facilmente do que se possa supor, porque não somente uma calagem forte, mas também a deficiência em potássio, uma aplicação forte de fósforo, um teor elevado em zinco, cobalto, manganês ou cobre no solo, determinam a deficiência em ferro. Isso não indica que as plantas não absorvam o ferro, mas que não podem usá-lo por ser precipitado pelos outros metais. A deficiência de ferro na planta, com o característico da clorose, quase sempre indica folhas com alto teor em ferro insolúvel e por isso inaproveitável para a formação da clorofila.

Especialmente as árvores frutíferas, coníferas, serradela e tremôço são facilmente sujeitas a esta deficiência, manifestando a clorose de ferro, a mais comum de todas, porque resulta da impossibilidade de a planta produzir clorofila.

Boro, fator
animador de
meristema e
ponto
vegetativo

A falta de boro, como dos outros elementos raros, com excessão do Mo, verifica-se com maior freqüência em solos neutros ou alcalinos, ou em terras com calagem excessiva, porque são ligados aí em conjuntos inaproveitáveis. Mas, por outro lado, em solos ácidos, eles podem ser mobilizados em tal quantidade que a sua lixiviação se torna muito fácil e por isso eles desaparecem completamente dos solos.

Migração
de açúcar

O boro, cuja função está ligada à do cálcio, existe especialmente no meristema e foi reconhecido como animador dos pontos de crescimento, tanto nas raízes, como nas partes superiores das plantas. Ele favorece tanto a migração de açúcar e carboidratos em geral, como a distribuição do cálcio, e desempenha importante papel na elaboração de proteínas, sendo ativo em vários processos de oxi-redução. Seu papel principal é em uma enzima de respiração. A formação de sementes é muito deficiente (1) quando falta o boro e pode até não se dar. Verifica-se um desarranjo no sistema condutor.

Elaboração
de proteínas

A deficiência em boro manifesta-se sempre mais pronunciada em anos secos, causando então, às vezes, muitos prejuízos, mas se normaliza nos anos chuvosos (172).

Com o aumento da temperatura e adubações fosfáticas, aumenta igualmente a necessidade das plantas em boro (119). Quer dizer, em épocas quentes e secas a deficiência é mais pronunciada. O boro é também responsável pela permeabilidade

do citoplasma para vários cátions, os quais não podem entrar na célula caso faltar o boro (150). É igualmente responsável pela distribuição do cálcio na planta, mas não pela assimilação deste nutriente. Existem boas relações entre os microrganismos da rizosfera e planta, o que PEIVE chama de simbiose trófica, e que se transforma em parasitismo, quando faltar o boro.

O cobre é sempre deficiente quando há excesso de matéria orgânica no solo. Aparece sempre em terras pantanosas recém drenadas, razão pela qual se chama "Doença de Reclamação" (48). Pode-se aceitar como regra a seguinte: "Quanto mais humo houver, tanto mais cobre a planta necessita."

Cobre, fator
do cloroplasto

Isto é muito facilmente explicável, porque o humo é em suma, azoto e o cobre, como antípoda do nitrogênio dá firmeza às células vegetais. Sabendo que o nitrogênio provoca um crescimento considerável do tamanho das células, apreciamos ainda mais a ação reguladora do cobre. Funciona como ativador de várias enzimas, como por exemplo, na oxidase e tirosinase, e toma parte na formação de clorofila (91). Fora disso, o cobre tem influência magna na formação de flôres e frutas. Contudo, pode se curar uma deficiência em cobre com uma pulverização com 1 grama de cobre em 60 litros de água, ou, em outras palavras, com uma diluição de 1,6 : 1.000.000. Uma adubação com cobre depende muito das particularidades do solo e do clima e pode variar entre 1,2 kg/ha até 200 kg/ha de sulfato de cobre (63).

A deficiência encontramos em terrenos encharcados ou terras palúdicas recém drenadas, em gleys, pseudogleys, podsóis, areias puras, solos de matérias graníticas e em solos aluviais ricos em cálcio.

Especialmente pastos permanentes são muito beneficiados com uma adubação de cobre.

Quase sempre o manganês aparece ligado ao zinco e também a deficiência destes dois metais manifesta-se conjuntamente. Em geral, a deficiência em manganês aparece em solos que recebem uma calagem e estão recém drenados, com alto teor húmico e elevado nível freático. A aveia, o arroz da seca, as ervilhas, as beterrabas de açúcar, etc. são especialmente muito exigentes quanto a este metal.

Manganês
catalisador

É também, como o cobre e zinco, um catalisador e atua especialmente na redução de nitratos. Provavelmente funciona como aceitador de eletrônios na assimilação fotossintética (120). As funções mais importantes estão em algumas enzimas respi-

ratórias, onde atua em conjunto com o ferro e na síntese das proteínas (159).

Em solos mal arejados, nitratos são sempre a fonte preferida de nitrogênio, porque o oxigênio dos nitratos pode atuar como receptor de hidrogênio na respiração celular. Mas em presença de suficiente manganês, as plantas aproveitam o amoníaco muito melhor (60).

Agrava-se a deficiência de manganês em partes bem adubadas com nitrogênio. As plantas armazenam grandes quantidades de aminoácidos que não podem sintetizar e transformar em proteínas (67).

O Mn, Zn e B estão intimamente entrelaçados em sua atuação. Não são lixiviados com facilidade, ao contrário, em terras submersas ou muito úmidas, sobem à superfície. Aí a razão porque raramente faltam em terras irrigadas de arroz (*Oryza sativa* L.)

Em terras com boa percentagem de húmus, mas muito ácidas, o Mn pode ser mobilizado em tais quantidades que se torna prejudicial por ligar o Fe. Em solos secos, como ladeiras ensolaradas, falta com facilidade (104).

Infelizmente não se conhecem bem ainda todos os fatores que controlam a disponibilidade de manganês. Provavelmente o manganês divalente é aproveitável para as plantas.

O mais potente regulador neste caso é o próprio pH do solo.

Fator da
enzima de
respiração

O manganês é um fator da enzima de respiração, provavelmente muitas vezes junto com o ferro. Também faz parte da enzima responsável pela síntese de proteínas. Visivelmente, ele também toma parte na conveniente distribuição dos outros elementos na planta.

Zinco,
catalisador

O zinco é um dos mais sensíveis elementos raros, facilmente deficitário na planta, porque inaproveitável. Principalmente em pomares, nas leguminosas e nos cereais, o zinco desempenha papel importante e foi provado que em especial nos países tropicais a sua deficiência é das mais comuns (135).

O zinco é por isso elemento bastante eficiente no tratamento de certas doenças fitopatológicas.

O zinco tem a sua maior importância em enzimas de respiração; atua especialmente como catalisador no desdobramento de diversos compostos fosfatados e carboidratados (141). É essencial na produção de auxina.

A assimilação do zinco, pela planta, depende não somente da potência radicular, do pH, da umidade e da estrutura do solo, mas também da presença de Cu e Mg (45), que influem altamente sobre a assimilação deste elemento.

A deficiência de zinco não precisa ser uma efetiva falta deste elemento, mas pode ser motivada tanto pela fixação em compostos insolúveis (pH alto), como pela falta de "mobilizadores" (Cu e Mg).

Encontram-se em certas culturas, especialmente na de algodão, fumo, cevada, alfafa (*Medicago sativa* L.) e milho, concentrações de clorino (166).

Cloro,
regulador
da pressão
osmótica

Sabe-se que acelera um pouco a maturação e atua como um dos componentes na regulação da pressão osmótica das células. Acredita-se também que é parcialmente responsável pelo balanço dos cátions na seiva vegetal.

Provavelmente o cloro tem o seu papel principal (7, 11) na fotólise da água. Sobre o solo o cloro tem ação peptizante. Anima igualmente a formação de aminoácidos, mas inibe a absorção de fósforo (153). Não existem, porém, indícios de que as plantas sofram qualquer modificação pela deficiência deste elemento.

Segundo MIYAMOTO (113) o cloro em forma de 2 - Cloretil - Trimetil - amônio = clorat (CCC = clor-cholin-clorat) aumenta consideravelmente a resistência das plantas contra elevadas concentrações de sal, quando a semente fôr submergida durante 24 horas em uma solução de 0,5 % CCC, o que pode ser importante para os arrozais perto de Pelotas, que, de vez em quando, sofrem a invasão do mar. O CCC age inibindo o desenvolvimento vegetal, que na cultura de cereais é apreciado porque diminui a palha em casos de elevadas aplicações de N, evitando assim o acamamento.

Baixos pH mobilizam sempre altas quantidades de Al (182A). Excessos de Al absorvido pelas plantas se acumulam nas raízes (75), reduzindo consideravelmente a translocação de fósforo do solo para o sistema vascular da planta (195). Excessos de alumínio podem provocar, desta maneira, uma deficiência de fosfato, que não pode ser corrigida pela adubação.

Alumínio
acumulado nas
raízes

Muito pouco se sabe até hoje sobre o alumínio no metabolismo das plantas. Existe porém considerável quantidade de plantas que são bastante tolerantes a concentrações elevadas de alumínio e até acumulam sais de alumínio nos seus tecidos (6). Especialmente o algodão, a batatinha, a aveia, o arroz, as brassicáceas e algumas leguminosas, acumulam maiores quantidades de alumínio, especialmente nas raízes, enquanto, por exemplo, excessos de manganês se acumulam em todos os tecidos da planta (115). O alumínio, em forma de anion, bloqueia o fósforo nas raízes, que pode ser mobilizado pelos oxalatos ou citratos na planta. Mas estes anions perdem o seu poder quando os alumínio-ions são menos hidratados (117).

bloqueia
fosfatos

**mobilizador de
elementos
raros**

Acredita-se nos círculos científicos agrícolas, que o alumínio é fator poderoso na mobilização dos elementos raros, tanto no solo, quanto na planta, onde ocupa posição chave, controlando todos os elementos que são absorvidos pela planta. Tem-se a certeza de que também influi de certo modo na formação da fibra de algodão (49).

**Molibdênio,
ativador do
azoto**

Descobriu-se que o molibdênio é estimulador das bactérias noduladoras e pode ser chamado o "responsável" pela capacidade da planta em usar diretamente amônio. Nem tôdas as plantas precisam de molibdênio para o seu metabolismo.

Mas não sômente tôdas as leguminosas necessitam de molibdênio para a sua nodulação, sendo inaptas a fixar nitrogênio na ausência dêsse nutriente (76), mas também os tomateiros (8), couve-flor (128), alface (187), beterraba de açúcar, e muitas árvores, como *Caesalpinioideas*, *Papilionoideas*, *Mimosoideas* etc.

Localiza-se no floema, no câmbio e parênquima vascular, quer dizer, em todos os tecidos que se distinguem pela elevada atividade respiratória (69). Tem influência decisiva sôbre a redução dos nitratos e nitritos, acumulando-se grandes quantidades dêstes nas fôlhas deficientes de Mo (167, 149).

Como o cálcio favorece a mobilidade de Mo no solo, êste por sua vez aumenta a absorção de cálcio pelo vegetal, de modo que uma adubação de Mo (0,20 — 0,50 kg/ha de molibdato de amônio) exerce o mesmo efeito que uma calagem de 1,5 a 2 to/ha (149).

Fora de sua ação na redução de nitratos e em enzimas de respiração, o Mo inibe a ação das fosfatases e atua, pois, contrariamente ao zinco.

Na fruticultura alcançam-se os melhores resultados com a adubação de Mo (sulfato de molibdênio) em associação com boro (borax), zinco (sulfato de zinco) e manganês (permanганato de potássio) (161, 162).

Em terras alcalinas, o Mo pode provocar uma deficiência aguda de Cu no gado (112).

Vanádio

Ê de certo modo ligado ao ferro, mas não se conhecem ainda perfeitamente as suas funções na planta. Pode ser usado por alguns vegetais em lugar de Mo.

Cobalto

Demonstra especialmente eficiência na adubação de hortaliças. Os sinais típicos da deficiência não são ainda bem conhecidos (40). Quase todos os pastos permanentes são deficientes em cobalto, prejudicando sèriamente o gado vacum e ovino. 0,5 kg por ha misturado com superfosfato é o suficiente para melhorar êstes pastos (112). Não tem influência direta no crescimento e no desenvolvimento das plantas, porém, a sua fun-

ção principal se relaciona com a produção das vitaminas do complexo B. A sua ação está bem ligada à do magnésio.

Em terras leves (areia) e pobres, compostos de chumbo provocam aumentos seguros nas safras de aveia (40).

Chumbo

Desconhece-se ainda a atuação desse metal dentro do metabolismo vegetal.

Antigamente ao silício foi atribuída a resistência da palha dos cereais mas isso somente pelo fato de que a palha contém consideráveis quantidades deste elemento (142). Como os vegetais encontram grande quantidade desse elemento no solo, uma adubação com silicato de sódio só trará efeito quando o solo for deficiente em fósforo (148).

Silício em grandes quantidades na folha dos cereais

WAGNER conseguiu constatar que as plantas com pouco silício nas células eram mais suscetíveis ao mildio do que as outras (177).

Faltando silício, as plantas ficam mais suscetíveis ao "mildew"

Somente em solos muito deficientes em fósforo, uma adubação com silicato de sódio aumenta a safra de cereais (89).

HALL e MORRISON (61) concluíram que o silício aumenta a capacidade da planta em absorver fosfatos, o que foi confirmado por KNICKMANN (85).

Ajuda a absorver fosfatos

A ADUBAÇÃO

A deficiência indica a inaproveitabilidade mas não a inexistência do nutriente

Temos de ressaltar que o efeito dos nutrientes no solo sobre a planta depende de inúmeros fatores, e não somente da simples presença. Entre eles destacam-se, sobretudo, a potência radicular — que é a habilidade específica da planta de assimilar este ou aquele nutriente — o teor do solo em matéria orgânica, especialmente no que diz respeito a microvida e a acidez húmica, a qualidade dos colóides orgânicos e inorgânicos (qualidade do humo, tipo de argila; montmorilonita, illita, bentonita, muscovita, etc.), o pF, o pH, a estrutura da camada arável, o teor em calcário, as variedades de microrganismos que vivem na rizosfera da planta e que a beneficiam ou danificam (83), e finalmente a presença ou ausência de outros sais nutritivos.

Sabemos agora que a adubação é necessária e que a própria planta indica a sua deficiência, porém, a deficiência em si, só diz que este ou aquele nutriente não pode ser aproveitado pelo vegetal. Pode ser já absorvido, como acontece com o ferro, nitrogênio, fósforo, etc., sem poder ser aproveitado. Pode existir em forma inassimilável no solo. Pode existir em forma assimilável e aproveitável pelo vegetal, mas é desequilibrado pela absorção excessiva de um outro nutriente, como por exemplo, acontece facilmente com o cobre em presença de muito nitrogênio. Pode ser que se encontre em forma assimilável no solo, porém, não ser assimilado por ter outros íons que ocupam, de preferência, as “Unidades Portadoras,” como rubídio e potássio, dependendo, pois, de mobilizadores, como magnésio e potássio, que ajudem a alcançar um lugar nas U. P. Pode ser também que existam inibidores no solo, como, por exemplo, o cloro, que inibe a fácil absorção do fósforo, sem que aquele entre com este em ligação química.

Mas pode ser também que o próprio solo possua uma estrutura desfavorável à absorção dos nutrientes, impedindo o abundante desenvolvimento radicular. Às vezes falta a umidade e outras vezes existe demais. Por isso, muitas vezes lança-se mão da pulverização das folhas com os nutrientes menores, quando a absorção do solo for enigmática demais. Porém, em casos de um bloqueio do elemento dentro da planta por causa da assimilação de outros sais, inúteis para a dieta vegetal, também este método falhará.

O principal de uma adubação bem sucedida, é pois, sem a menor dúvida, o melhoramento da estrutura do próprio solo e o equilíbrio dos processos biológicos, químicos e físicos do solo.

Enquanto existe um desequilíbrio qualquer, a adubação se torna sempre incerta na sua eficiência (131).

Sabemos agora que em cada adubação é necessário prevenir estritamente o desarranjo do balanço dos elementos empregados com outros elementos, e, além disso, conhecermos a ação beneficiadora e a tóxica dos elementos raros.

Por isso damos a seguir uma relação básica das quantidades de minerais que podem ser aplicados de uma vez só.

APLICADO AO SOLO

Nitrogênio	.....	{ 45 a 120 kg/ha sulfato de amônio 60 a 160 kg/ha salitre do Chile
Potássio	.....	50 a 180 kg/ha cloreto de potássio
Fósforo	.....	200 a 400 kg/ha superfosfato
Cálcio	.....	600 a 2.000 kg/ha pó calcário
Magnésio	.....	12 a 120 kg/ha sulfato de magnésio
Enxôfre	.....	10 a 20 kg/ha enxôfe amarelo
Boro	.....	2 a 25 kg/ha bórax
Manganês	.....	12 a 30 kg/ha (dada máxima 100 kg/ha) sulfato de manganês ou cloreto de manganês
Cobre	.....	2 a 50 kg/ha (dada máxima 250 kg/ha) sulfato de cobre
Zinco	.....	1 a 2 kg/ha (dada máxima 40 kg/ha) sulfato de zinco
Ferro	.....	5 a 10 kg/ha sulfato de ferro
Sódio	.....	15 a 40 kg/ha murato de sódio (sal comum)
Cloro	.....	5 a 20 kg/ha cloreto de sódio
Molibdênio	.....	0,02 a 2 kg/ha molibdato de sódio ou de amônio
Iôdo	.....	0,8 gr/ha iôdo
Cobalto	.....	0,5 a 2 kg/ha sulfato de cobalto.

Quantidades
de adubos

Poder-se-ia discutir muito a respeito dessas quantidades. Aconselhamos, porém, apenas o que é prudente:

- 1) adubar sempre em quantidades moderadas;
- 2) escolher sempre a dosagem menor quando não se sabe qual é a melhor.

Em solos decaídos tende-se a usar quantidades exageradas de micronutrientes (104), porque falta a reação, devido o limitado "volume útil" (190) do solo.

Se as quantidades necessárias para corresponderem à deficiência da terra forem muito elevadas, nunca as aplicaremos de

Escolha sempre
a quantidade
menor!

uma vez só, porque — como já foi explicado — o equilíbrio dos “compounds” às vezes é muito delicado, e um choque forte, que não somente desequilibra o balanço entre os elementos mas também entre os microrganismos, trará sempre muito mais prejuízo que benefício (130).

Ignorando as necessidades exatas do solo em elementos raros, as quais não têm nada a ver com as das culturas, que são muito diferentes (aduba-se, por exemplo, na Flórida, E. U. A., com 250 kg/ha de sulfato de cobre para atingir o máximo efeito, enquanto na Austrália já se alcança tal efeito com 2 kg/ha) — devemos sempre adubar com as quantidades menores aqui mencionadas, para evitar uma reação tóxica.

Quanto aos elementos raros, é mais conveniente pulverizá-los em repetidas aplicações com 3 a 6 semanas de intervalo, em vez de usá-los como adubo e aconselham-se neste caso as quantidades seguintes por 100 litros de água:

Cobre	50 a 200 g sulfato de cobre
Manganês	100 a 200 g sulfato de manganês, ou $MnCl_2$ (200 g)
Boro	10 g bórax
Zinco	100 a 200 g sulfato de zinco mais um adesivo
Ferro	50 g sulfato de ferro, citrato de ferro ou ... $NaFeNH_4$
Molibdênio	20 g molibdato de amônio

Neutralizam-se sempre com 1 kg de cal extinto.

Em épocas secas aconselham-se escolher a menor dessas quantidades para a pulverização. O que sempre permanece invariável é a quantidade de água: 100 litros, e a da cal extinto 1 kg (calculam-se necessários 2.000 l por 1 ha).

As recomendações da quantidade diferem muito e enquanto os americanos sempre aumentam as suas, aplicando os micronutrientes em quantidades de macronutrientes, os russos tendem a diminuir cada vez mais as suas quantidades. Assim, por exemplo, nos E. U. A. usam-se 50 kg/ha de bórax, na Rússia 2 kg/ha. Enquanto os americanos usam 1.000 g de $MnSO_4$ por 100 litros de água para pulverização, os russos usam 20 g.

Afora os métodos de adubação, onde o adubo pode ser distribuído sobre o campo todo ou ser colocado simplesmente no sulco do plantio, que aliás é sempre menos usado por causa do mau efeito sobre as sementes quando entra em contato direto com as mesmas, e a pulverização da cultura, que se usa especialmente em culturas perenes, como pomares, bananais, cafèzais, etc., e em culturas anuais, a fixação do nutriente em aprêço é grande. Surge agora, sempre mais, um terceiro método, o do tratamento da semente, com nutrientes menores em pó ou soluções.

Este tratamento não visa tanto cobrir o deficit do solo em nutrientes, pré-fornecidos à semente, mas de dar o melhor "start" possível às plantinhas novas, que, desenvolvendo um poderoso sistema radicular, estão aptas a retirar do solo os nutrientes necessários, mesmo sob difíceis condições.

Os russos tratam as suas sementes com soluções de 20 mg/litro, de Cu, Mn, Zn, em forma de sulfatos, e asseguram que o efeito equivale a uma adubação normal do campo, sendo porém muito mais barato e mais seguro (193). Deve-se provar ainda que, após o tratamento da semente, as plantas estão efetivamente em condições de retirar do solo, os 2 a 10 kg/ha dos respectivos nutrientes. Os aumentos de safra por este método, são individuais e sempre maiores que 20 %.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SÔBRE A ADUBAÇÃO

Deve-se fazer a adubação de acôrdo com os quatro seguintes pontos de vista:

Pontos de
vista da
adubação

- 1) o de a necessidade da cultura;
- 2) o do pH requerido pela cultura;
- 3) o da época do plantio;
- 4) o do efeito sôbre o solo.

À primeira vista parece isso um pouco estranho, mas com três exemplos simples se compreenderá que é de magna importância.

Culturas
acidófilas

1.^o — Quando se aduba, por exemplo, um jabuticabal ou seringal com azoto e fosfato, usando-se salitre do Chile e hiperfosfato, as culturas fracassam na certa, apesar de precisarem de azoto e fosfato.

Por que fracassam?

Porque as referidas plantas são muito acidófilas, não suportando a correção do pH pelo sódio (163). Usa-se geralmente amônio e não nitrato de sódio para a sua dieta.

Obtém-se o efeito desejado só com sulfato de amônio e superfosfato.

2.^o — Culturas irrigadas: O salitre do Chile também não é indicado para culturas irrigadas, como a do arroz, no vale de Paraíba e no Rio Grande do Sul, porque sob condições anaeróbias, os nitratos são reduzidos a nitritos que constituem, em forma livre, um poderoso tóxico para os vegetais.

Culturas
irrigadas

3.^o — Queremos adubar um trigal com uma adubação química completa. Estando o trigal, por exemplo, no Estado de São Paulo, onde se planta este cereal na época da seca, e sendo

Culturas da
seca

adubado com a mistura pronta de origem estrangeira, observa-se um crescimento inicial muito bonito mas, depois, o trigo perece sem razão visível.

Por que?

Porque o nitrogênio acelerou demasiadamente o crescimento juvenil das folhas, enquanto as raízes, achando facilmente o alimento, quase não se desenvolveram. Entrando a época da seca, as raízes não puderam abastecer as plantas super-desenvolvidas com a água necessária e o trigo teve de perecer ou na melhor hipótese, teve de amadurecer precocemente, não dando rendimento nenhum. Se faltar nitrogênio e querendo fornecê-lo ao solo, devemos adubar a cultura anterior à do trigo, por exemplo, a de batatinhas, de milho, etc., com o nitrogênio necessário.

ADUBOS NITROGENADOS

Entre os adubos químicos azotados distinguimos especialmente: Adubos
azotados

Salitre do Chile.
Salitre de potássio.
Salitre sulfonitrato de amônio ou "Leunasalpeter".
Calcicocianamida.
Sulfato de amônio.
Amoniato de cálcio.
Nitrato de amônio.
Nitrocálcio Petrobrás, etc.

Existem ainda muitos outros adubos azotados, mas êstes são os que podemos encontrar no país.

O salitre do Chile, como adubo azotado natural contém, além do azoto, especialmente sódio e boro. O sódio põe, no Brasil, êste adubo em destaque relativamente aos outros, porque é poderoso mobilizador de fosfatos e substituto parcial de potássio. O boro, quase sempre deficiente em nossas terras é ingrediente valioso dêsse adubo. Salitre do Chile

Desaconselha-se, porém, completamente o seu uso contínuo e rotineiro, porque o poder desfloculador (peptizante) do sódio é grande, acarretando más condições físicas ao solo, ou melhor, provoca o desmoronamento da estrutura fôfa, assentando-se o solo em camadas duras, mal arejadas e mal providas de água e de difícil penetração às raízes (62, 131).

Tem êle ação mais lenta, tal como os adubos amoniados e por isso, não acelera tanto o crescimento e, conseqüentemente, o gasto de água da planta.

Nas culturas da sêca, o azoto deve ser administrado na cultura anterior.

Existem, desde 1918, especialmente na Europa, grandes indústrias de salitre sintético que captam o nitrogênio gasoso do ar segundo o método HABER-BOSCH (1910). Êste método de produção de salitre sintético foi mais tarde desenvolvido em quase todos os países. Salitre sintético

Cianamida

É o primeiro adubo sintético, produzido por fixação de N atmosférico. Ele deve ser usado somente em solos pesados e em culturas acidófilas, porque apesar do cálcio, tem reação ácida e, além disso, age melhor em solos bem tamponados.

Para todas as outras culturas como a do algodão, das verduras, etc., só deve ser usado em terras pesadas de boa fertilidade, que, aliás, são raras em nossas latitudes.

Tem a calciocianamida a grande vantagem de reagir ôtimamente em solos ácidos, superando então todos os outros adubos azotados. Mas, como já foi dito, só deve ser usado para culturas acidófilas, como a do arroz da sêca, da batatinha, etc.

Considerando-se a sua reação fortemente herbicida, a sua aplicação tem de ser feita com muita cautela (131).

Aconselha-se a sua aplicação:

- 1) ao menos 5 a 6 semanas antes do plantio ou semeadura;
- 2) de 12 a 15 cm de profundidade, no mínimo.

Não se observando êsses preceitos, haverá perda total da safra, pois a produção será de palha sem nada de semente.

Todos os cianatos são herbicidas fortes.

Sulfato de amônio

Todos os adubos amoniados são de pronta reação, especialmente adequados para a adubação em cobertura. Aconselha-se, porém, aplicá-los somente em solos com boa calagem, porque apresentam reação ácida. Lembramos que, na presença de amônios, eleva-se muito o gasto de água pelas plantas. Por isso, só se pode adubar com êstes fertilizantes quando há perspectiva de muitas chuvas ou quando se trate de terras irrigadas.

Em terras mal drenadas os adubos amoniados são os únicos que devem ser usados, porque os demais, especialmente os nitratos, sofrem transformações que apresentam reações tóxicas.

Adubo ideal para adubações em cobertura, aconselha-se sempre usar $1/3$ e, no máximo, a metade do adubo nitrogenado, necessário na época do plantio. Nunca convém distribuir todo nitrogênio em uma vez só porque:

- 1) é facilmente lixiviado;
- 2) ninguém sabe como correrá o ano.

Em anos secos, o nitrogênio pode ser a causa do fracasso da cultura; em anos chuvosos, a adubação inicial se perde, e a planta na época da maior necessidade de azoto não o encontra mais. Por outro lado, pode provocar o acamamento dos cereais. A adubação em cobertura é por isso, sempre aconselhável (136).

Cada adubação orgânica, seja de estrume, composto ou massa verde, é também uma adubação em nitrogênio (azoto).

Adubos
orgânicos
azotados

Naturalmente, a maior parte deste nitrogênio está ainda presa em proteínas e têm de ser libertada pelas bactérias.

Assim, por exemplo, uma adubação com bagaço ou palha constitui inicialmente o contrário de uma adubação azotada. As bactérias ocupadas na decomposição da matéria orgânica, rica em carboidratos, fixam todo azoto disponível do solo, surgindo primeiro uma pronunciada deficiência em nitrogênio. Depois da decomposição, porém, o solo dispõe de bastante nitrogênio, enriquecido também com humo de reserva.

Guano, quando bem tratado, é um dos melhores adubos azotados, porque é igualmente rico em fósforo. Porém, guano é de muito diversa composição. Geralmente é rico em nitrogênio amoniado (11 a 16 %), que é facilmente volátil. Chama-se este guano: guano nitrogenado.

Guano

Quando, por fermentação, perde grande parte do seu N, permanece somente a sua riqueza em fosfatos. Razão pela qual se denomina este estrume depois: Guano fosfático. (20 a 25 % PO_4). Graças a sua riqueza em elementos menores, K (2 a 4%) e Ca, é insuperável na horticultura (34). Guano, que é estrume de aves marítimas, é industrializado no Perú. Mas também o Brasil dispõe desse valiosíssimo adubo, por exemplo, no litoral paulistano. Fora do seu teor em nitrogênio e fósforo, o guano contém cálcio, potássio e vários minerais menores.

Uma adubação verde, cortada em flor, nunca constitui enriquecimento do solo em humo, mas sim, uma adubação rica em nitrogênio que estimula intensamente a vida microbiana.

Adubação verde

Por isso temos sempre de distinguir a variedade da matéria orgânica com que se fez a adubação, e segundo essa variedade devemos aplicá-la 6 a 12 semanas antes do plantio (134).

Precisamos livrar-nos da idéia de que somente os nódulos das leguminosas enriquecem o solo com azoto: qualquer matéria orgânica nova — constituída de 60 % proteínas — é também uma adubação azotada.

Temos de esperar, porém, a liberação do nitrogênio, o que segundo a fibrosidade da matéria orgânica, demora mais ou menos tempo (6 a 10 semanas no verão).

Ninguém pode negar as enormes vantagens da adubação orgânica, pois não somente o teor em nitrogênio cresce consideravelmente mas, e isso é de importância magna, a vida microbiana é fantásticamente estimulada. Vida microbiana significa nada menos do que cimentação biológica dos agregados da terra, isto

Vantagens da
adubação
orgânica

é, da estrutura do solo; significa em outras palavras, resistência contra a erosão e as lavagens; é a conservação do solo (52).

Porém só obtemos êstes benefícios se a massa verde, é picada superficialmente e não quando é incorporada muito fundo no solo (137).

ADUBOS POTÁSSICOS

Só é possível apontar poucos adubos potássicos de importância para a adubação em nosso país :

Adubos
potássicos
químicos

Cloreto de potássio.
Sulfato de potássio.
Carbonato de potássio.
Cianato de potássio.
Kainit.
Cinzas, etc.

É o mais comum, porém aconselha-se substituir de vez em quando por outros adubos potássicos, porque a reação de cloro não é muito favorável ao solo, especialmente nos climas tropicais. Apesar de, tanto o cloreto como o sulfato de potássio, possuírem reação neutra, agem como adubos ácidos sobre o solo. Em solos bem tamponados esta reação é insignificante, porém em solos decaídos e leves pode haver consequências graves.

Cloreto de
potássio

O cloro, que em pequenas quantidades é benéfico para muitas plantas, animando a formação de aminas, possui ação altamente desfloculante sobre o solo.

Não é lixiviado, nem entra no complexo de sorção, devido à sua carga elétrica negativa, mas forma ácidos fortes (HCl), piorando tanto o pH como a estrutura da camada arável.

Deve-se evitar uma adubação potássica junto à fosfatada, porque o cloro inibe a pronta absorção deste nutriente (153).

Aconselha-se, para conseguir benefícios do potássio, que é nutriente importantíssimo, trocar os adubos potássicos e de praticar, de vez em quando, uma adubação verde, para eliminar, por via biológica, o cloro em excesso.

É o mais ácido de todos adubos potássicos e o menos aconselhável. Observamos também, que o resultado de seu emprego é o menor, relativamente aos outros fertilizantes potássicos, atingindo, na maioria dos casos, só a metade do efeito, como o cloreto de potássio.

Sulfato de
potássio

É, especialmente no Brasil, superior a todos os outros fertilizantes potássicos, por causa do seu alto teor em magnésio. Os

Kainit

resultados alcançados com o kainit são superiores aos do cloreto de potássio, apesar de possuir igualmente um alto teor em cloro.

Carbonato de potássio

Deve vir logo depois do kainit quanto ao seu valor como adubo. Os demais adubos potássicos entram em ordem de aplicação segundo os seus conteúdos em outros minerais e elementos.

Adubos orgânicos potássicos

Sem dúvida nenhuma, os adubos orgânicos de potássio são superiores aos inorgânicos.

Estrumes

É valiosíssimo o estrume dos galinheiros, das cabras, carneiros e também o estrume de curral que é principalmente adubo potássico e fosfatado, porque geralmente perde, por tratamentos inadequados, o seu nitrogênio.

Cinzas

Muito apreciável é também o valor da cinza da casca de arroz e de outras cinzas orgânicas. Especialmente a cinza de arroz, subproduto muito incômodo em tôdas as máquinas beneficiadoras de arroz, representa adubo valioso em potássio e fósforo para a nossa Agricultura. É, além disso, rico em permanganato de potássio.

"Mulch system"

Um dos fatores de fertilidade mais apreciáveis e menos esclarecidos até hoje é a acumulação de potássio disponível em quantidades consideráveis em baixo de uma cobertura sombreadora do solo (184, 185). Se o solo estiver coberto com palha, casca de arroz ou qualquer outro resíduo orgânico, — pode ser até capim cortado e não recolhido — o teor da terra em potássio aumenta, independentemente do potássio lavado pela chuva da massa sombreadora. Êste aumento de potássio só pode ser explicado com a mobilização do potássio das ligações inaproveitáveis da terra, devido à mais intensa vida microbiana (133).

A efetiva mobilização de potássio se dá na ordem de 1,2 mEq/100 g, ou em outras palavras, 40 kg por hectare em um ano.

ADUBOS FOSFÁTICOS

Distinguimos duas espécies de fosfatos: os naturais e os químicos. Os fosfatos naturais são denominados segundo sua origem. Por exemplo:

Fosfato de Flórida.
Apatite (Suécia).
Hiperfosfato (Argélia).
Koprolito (Rússia).
Fosfato de Olinda, etc.

Fósforo

Dos fosfatos químicos é de valor "standard" o superfosfato. Outros apreciáveis produtos químicos são o tricalciofosfato (um produto inglês) e o "Escória de Thomas" (um produto alemão). O superfosfato é o "standard" que sempre serve para a comparação dos outros adubos fosfatados. Ele é de pronta reação e superior a todos os outros produtos químicos desta espécie. O superfosfato é o único fosfato entre nós que dá resultado, tanto nos solos alcalinos como nos solos ácidos, mas deve-se lembrar na aplicação deste fertilizante que não adianta usá-lo em quantidades demasiadamente grandes. A planta abastece-se de fosfato no primeiro terço da sua vida. Se ainda se dá mais tarde uma absorção de fósforo, é somente por um consumo de luxo, sem valor econômico. Como o superfosfato é de pronta reação, é também logo fixado em ligações inaproveitáveis na terra, e, por isso, cada excesso de adubação só é dispendioso e não tem efeito.

Superfosfato

É um produto ótimo que resulta da fabricação do aço, quando são usados para este fim as chamadas "minettes". Reage mais devagar de que o superfosfato e por isso constitui fonte de fósforo por mais tempo. Tem o seu máximo efeito em solos levemente ácidos.

Escória de Thomas

A sua maior vantagem está provavelmente no alto teor de cálcio e silício — que contribuem para a melhor disponibilidade do ácido fosfórico no solo — e de seu — muitas vezes variável — teor em elementos menores, como de Mn, B, Zn, Cu, Co e Mo.

Como todos os fosfatos praticamente não se movimentam no solo, devem ser bem misturados com a terra até uns 15 cm de profundidade. Aconselha-se a adubação fosfatada, quando feita

em linha, junto com uma de estêrco, que aumenta consideravelmente a disponibilidade do fosfato (34).

Tricálcio-fosfato

Este é um produto inglês, de lenta reação, muito bom, mas não proporciona os mesmos resultados que os outros adubos fosfáticos já citados.

Fosfatos naturais

Eles são, sem exceção, de lenta reação, e somente podem ser usados com êxito em solos levemente ácidos. É também interessante lembrar que o silicato de alumínio e o formiato de ferro facilitam a reação beneficiadora destes fertilizantes naturais. Isto é interessante, porque em nossos solos tropicais geralmente se encontram esses dois fatores.

A grande vantagem destes fosfatos em nossos solos é que não podem ser rapidamente ligados em conjuntos inaproveitáveis e por isso podem constituir, por uns dois ou três anos, um estoque de fosfato na terra.

Hiperfosfato

É um fosfato natural da África francesa, com 44 % de cálcio e 27% de ácido fosfórico assimilável. É um ótimo adubo fosfatado mas de lenta reação e só deve ser usado em culturas perenes como a do café, etc., mas nunca na de batatinhas, trigo ou verduras, onde se queira um resultado imediato.

Todos os fosfatos, é importante dizê-lo, devem ser aplicados entre 5 e 15 cm de profundidade e nunca em cobertura, porque o fósforo tem a particularidade de ficar imóvel no solo. Permanece onde foi aplicado e, quando não é aproveitado pela planta, liga-se com outros elementos do solo, também sem deixar o lugar em que se acha.

Fósforo orgânico

Cinza de ossos.
Cinza de arroz.
Estrume de curral.

Cinza de ossos

É, sem a menor dúvida, um dos melhores adubos fosfáticos, embora de lenta reação. É ótimo para ambientes ácidos, e por isso parece também muito apropriado para as nossas terras tropicais, porém depende da decomposição pelos microrganismos, não sendo assimilado em solos inertes.

Cinza de arroz

Como já foi dito, é um adubo ótimo de pronta reação, rico em potássio e fósforo.

Estrume

Não resta dúvida que o estrume de curral, quando devidamente tratado, é superior a todos os adubos, por causa da sua atuação poliforme. Infelizmente, o que se designa ge-

ralmente como estrume é nem pálida sombra do que devia ser o estrume de curral. (Veja o livro "BIOCENOSE DO SOLO NA PRODUÇÃO VEGETAL", Santa Maria, 1964)..

Um estrume adequadamente preparado, contém grandes quantidades de potássio, certa porção de fosfato, consideráveis quantidades de nitrogênio disponível, maiores quantidades de nitrogênio de lenta reação. Além disso, é o adubo mais valioso, o que revela o enriquecimento do solo em humo e é o maior estimulador da vida microbiana da terra.

Os excrementos do gado mais a palha que constitui seu leito, embebidos em urina do próprio gado, ficam amontoados, sempre em camadas de 40 cm em uma só vez, em lugar cimentado e cercado, com bom dreno na base, até formarem depósitos de mais ou menos 4 metros de altura. O estrume, 2 a 3 dias depois de ser colocado na esterqueira, é bem socado para evitar a fermentação aeróbia. O lugar do monte de estrume deve ser coberto, ao menos com sapé ou fôlhas de bananeiras e, de vez em quando, irrigado com urina de gado. Depois de 12 semanas de fermentação o estrume fica maduro, pronto, para ser aplicado no campo. Não se deve apresentar com bolor, nem com torrões duros, mas como um produto friável e marrom e nem deve ter cheiro ácido, nem ser sêco. Depois de espalhado no campo, precisa ser incorporado logo, para não perder o nitrogênio disponível.

Assim, com adubo bem preparado, consegue-se sempre o efeito esperado. Tal adubo é o mais valioso para a nossa agricultura. Sem o conveniente preparo, como é usado geralmente no país, o estrume não tem mais valor do que o bagaço ou palha, porque fica privado de tôdas as propriedades que lhe confere o trato adequado.

Preparo de
estrume valioso

ADUBOS CALCÁRIOS

Adubos calcários

Os mais conhecidos adubos calcários são entre nós:

Cal virgem e cal hidratada.

Gesso (sulfato de cálcio).

Carbonato de cálcio.

Pó de chaminé.

Dolomito.

Diversos tipos de pós calcários como os dos "Fertilizantes Itaú", da "Aducal", etc.

Cal virgem

Finamente moída, é a cal de maior efeito corretivo. A reação é tão veemente que precipita o solo, dando-lhe uma estrutura solta e fôfa, porém dificilmente permite o restabelecimento dos microrganismos.

Poderoso corretor do pH

A cal corrige sensivelmente o pH do solo e, com isso, também a flora. O sapé, a samambaia, etc., desaparecem com uma simples calagem de mais ou menos 1.800 a 2.000 kg/ha de cal virgem. Para fazer desaparecer o mato acidófilo, a cal virgem é ideal, porque tem reação altamente cáustica e corrige com muita veemência o pH. Temos de considerar, porém, que a correção duradoura do pH não se promove pela simples aplicação de cal, mas pela incentivação da microvida. Quanto maior a quantidade de cal aplicada, tanto mais desequilibrado é o sistema das associações minerais e tanto mais prejudicada a microvida (96). A correção do pH por uma única calagem em nossos solos, bastante ácidos, não é somente antieconômica mas até prejudicial. Mesmo alfafa cresce bem em solo de pH 4,5 se recebe uma adubação com cálcio (158). Demonstra isso, que esta cultura procura o nutriente cálcio. O que nós devemos visar não é somente a correção do pH, mas antes a nutrição das culturas e equilíbrio da microvida.

Carbonato de Cálcio

Esta cal tem um efeito um pouco inferior ao da cal virgem: a correção do pH é menos intensa e a precipitação da terra amorfa menos pronunciada também.

O sulfato de cálcio é de incomparável valor, especialmente para tôdas as espécies de brassicáceas, como o repólho, a couve, etc. Gesso é um ótimo adubo para todos os solos arenosos, — com um complexo de troca-adsorção delicado e frágil, — e para tôdas culturas acidófilas, porque a correção do pH é quase nula. Por exemplo, as batatinhas, batata-doce (*Ipomoea batatas*, Lam.), café, etc., deviam ser adubadas com esta forma de cal.

GESSO

Os adubos calcários desta espécie são superiores às cais puras, mas seu efeito depende muito do grau da moagem e dos integrantes complementares. De outro lado, a reação pronunciadamente cáustica e, às vêzes, ligações tóxicas de elementos raros, aconselham certos cuidados com êstes adubos. É conveniente aplicá-los somente em solos com bom teor húmico e ao menos umas 8 semanas antes do plantio. Se isso não fôr observado muitas vêzes sobrevém o fracasso da cultura.

Pó de chaminé

A correção do pH é boa, porém bem menor do que a provocada pela cal virgem. Por outro lado, o pó de chaminé facilita a assimilação do potássio pelas plantas, o que explica também o seu efeito, pois a manutenção de equilíbrio do "compound" está com isso garantida.

Todos os dolomitos e pós calcários, quando finamente moídos, estão, quanto ao valor nutritivo, muito acima da cal virgem ou carbonato de cálcio, especialmente por causa do seu teor em magnésio, que pode atingir até 45 %. A correção do pH é, porém, muito fraca. Além disso, a reação dêstes adubos é bem mais lenta e por isso podem ser usados em maior quantidade, pois uma boa parte dêles fica como reserva no solo. Êstes pós calcários devem ter preferência aos adubos calcários em nossas lavouras, em solos com um pH mais ou menos normal, porque não desequilibram tão facilmente o balanço das associações dos elementos. Êles proporcionam também resultados muito melhores de que a cal pura, porque nunca desequilibram o balanço de cálcio-magnésio, que é muito delicado. Porcentagens maiores que 15% de $MgCO_3$ são porém desfavoráveis.

Dolomito e
outros pós
calcários

Lembramos quanto à prática da aplicação dos adubos calcários, que deve sempre ser feita segundo o tipo de solo e a necessidade da cultura, e não unicamente segundo as necessidades da correção do pH. Assim, um solo meramente arenoso não suporta mais do que entre 500 a 700 kg/ha de pó calcário de uma só vez, enquanto um solo argiloso pode ser adubado, sem perigo, com 2.000 kg/ha dêsse pó. O perigo duma sobrecolagem consiste no seguinte:

Aplicação dos
adubos
calcários

- a) desequilibrar o balanço do "compound";
- b) fixar todos os elementos raros;
- c) matar os microrganismos.

Os elementos raros só são normalmente disponíveis em ambiente ácido. Especialmente o manganês, o zinco e o ferro são logo fixados pela calagem, e em vez de um benefício temos de contar com prejuízos. Por isso, é conveniente a aplicação de várias e moderadas porções de cálcio e nunca uma adubação maciça e única. Convém recordar também que o cálcio deve ser sempre espalhado por todo o campo e nunca colocado no sulco, como os outros adubos.

OS DEMAIS ELEMENTOS NUTRITIVOS

Dos demais elementos não é necessário falar, porque não há muito que escolher para a adubação e pulverização. Dispomos geralmente duma forma só.

Os demais
elementos

Existe em forma de molibdato de sódio ou amônio para pulverizações das culturas. Para a adubação usa-se, na Europa e E. U. A., superfosfato molibdenizado, contendo a tonelada de adubo 0,5 kg de molibdato.

Mo

Usa-se como sulfato de cobalto.

Co

Existem na forma de sulfatos, que é a mais comum, mas também em forma de cloreto ($MnCl_2$).

Mn

Existe como silicato de sódio.

Si

Quase sempre é usado na forma de bórax, que é tetraborato de sódio, e raramente em sua forma de ácido bórico, que é muito menos solúvel no solo. Os borossilicatos e boratos de potássio usam-se, às vezes, para pulverizações.

B

Pode-se observar que as carências ou deficiências prejudiciais dos diversos elementos se verificam principalmente em épocas certas. Épocas de secas prolongadas provocam manifestações patológicas devidas aos seguintes elementos:

Época da
carência
pronunciada

Épocas secas

Cálcio.

Boro.

Zinco e Manganês.

Nitrogênio.

Magnésio.

As épocas úmidas e de chuvas prolongadas provocam manifestações de carência devidas aos seguintes elementos:

Épocas úmidas

Cálcio.

Potássio.

Excesso de chuva:

Nitrogênio.

Magnésio.

Chuvas quentes em época fria, terras húmusas:

Cobre.

As épocas frias provocam manifestações de deficiência devidas aos elementos seguintes:

Nitrogênio (N).

Fósforo (P).

Potássio (K).

Em épocas contrárias às referidas, as plantas podem recuperar-se das suas deficiências e, por isso, muitos foram enganados, supondo não terem elas sofrido de deficiências mas sim de doença, já que houve num ano o fracasso completo da cultura, enquanto no outro a colheita foi normal, apesar de o terreno da plantação ser o mesmo e conter, portanto, os mesmos elementos.

Infecção
secundária

Em muitos casos encontramos uma infecção secundária ao tecido carente, por bactérias e fungos, como por exemplo, no caso da deficiência em potássio, magnésio, cobre, boro e de zinco principalmente. Assim, as batatinhas, tomates, fumo e bananeiras (*Musa paradisiaca* L.), e muitas outras plantas, estão sujeitas a essas infecções, que não são a causa do colapso, mas uma consequência da fraqueza do tecido vegetal. Esse fato criou a opinião infundada de que as bactérias e os fungos são os responsáveis pelos sintomas patológicos (150).

Supomos serem do conhecimento geral as regras da adubação comercial.

Quanto a
manifestação
das deficiências

Quando as folhas de uma planta denunciam uma vez certa deficiência, podemos ficar convencidos de que é esse o último sinal de debilidade que a planta apresenta antes de morrer. Já muito antes, ela vinha sofrendo a falta de um ou vários elementos sem que fôsse tomada nenhuma providência para salvá-la. As análises da terra não revelavam nada, e as análises químicas das folhas não foram feitas e, quando feitas, a época e o lugar da amostragem, muitas vezes, prejudicaram o resultado.

São muitos os fatores que podem determinar a deficiência mineral dos vegetais.

**Fatores que
provocam
deficiências**

Assim, por exemplo, podem estes sofrer a deficiência em nitrogênio num solo de alto teor húmico. Isto acontece na primavera quando ainda falta umidade e calor para animar a vida microbiana. O mesmo acontece em todas as épocas frias e chuvosas com o potássio, que não pode ser assimilado pelas raízes das plantas.

É certo que temos de aceitar muitas deficiências como inevitáveis, mas existem outras que podem e devem ser corrigidas.

Quanto mais duro e decaído o solo, tanto maior será o número das deficiências vegetais, impossíveis de remover pela simples adubação do elemento deficitário. A prévia recuperação da estrutura fôfa e da microvida do solo são indispensáveis para o êxito da correção da carência mineral.

LUGAR DA PRIMEIRA MANIFESTAÇÃO DA DEFICIÊNCIA

Há deficiências que se manifestam primeiro na parte inferior da planta, ou nas folhas mais velhas e maduras, como a do nitrogênio, do fósforo, do potássio, do magnésio, do zinco, do sódio e do molibdênio. Os sintomas progridem então, de baixo para cima, afetando a planta inteira, com exceção da parte apical.

MANIFESTAÇÕES DE

A) NAS FÓLHAS INFERIORES, MAIS VELHAS

progredindo de baixo para cima

1.		2.		
efeitos gerais plantas com pouco crescimento folhas muito eretas		efeitos locais clorose e manchas necróticas		
a)	b)	a)	b)	c)
Aspecto total da planta: amarelada; folhas dum verde-amarelo anormal; começa nas margens e pontas, formando o "V" típico; necrose das folhas desfolhação prematura.	Folhas dum verde escuro anormal, estreitas e pequenas; freqüentemente com descoloração purpúrea; às vêzes, encrespadas. Manchas pardacentas; as folhas velhas secam, tornando-se marrom escuro até preto.	Folhas quase sempre encrespadas; com muitas pontinhas necróticas, as margens necróticas enroladas para baixo; ponta necrótica, manchas necróticas parecendo ferrugem; aspecto geral: bronzeado; entrenós curtos, desfolhação intensa; raízes finas e fracas; frutos numerosos, pequenos, secos, de casca grossa.	Clorose entre os nervos, das folhas; manchas irregulares; tornam-se necróticas; aspecto de "mosaico". Necrose que começa nas margens e pontas; desfolhação completa, prematura, começando na base do pau novo. As folhas não secam antes.	Áreas necróticas; clorose incluindo também as nervuras secundárias; rosetas de folhas nas pontas dos ramos; entre nós curtos; muitas folhas pequenas; manchas necróticas tanto no limbo e pecíolos, como no tronco; crescimento paralisado, desfolhação muito precoce e intensa.
N	P	K	Mg	Zn
(nitrogênio)	(fósforo)	(potássio)	(magnésio)	(zinco)

Outras deficiências há que se manifestam primeiro na parte superior da planta, ou no broto novo, isto é, nas partes ainda em pleno desenvolvimento, como acontece na de cálcio, de boro, de cobre, de manganês, de ferro e de enxôfre.

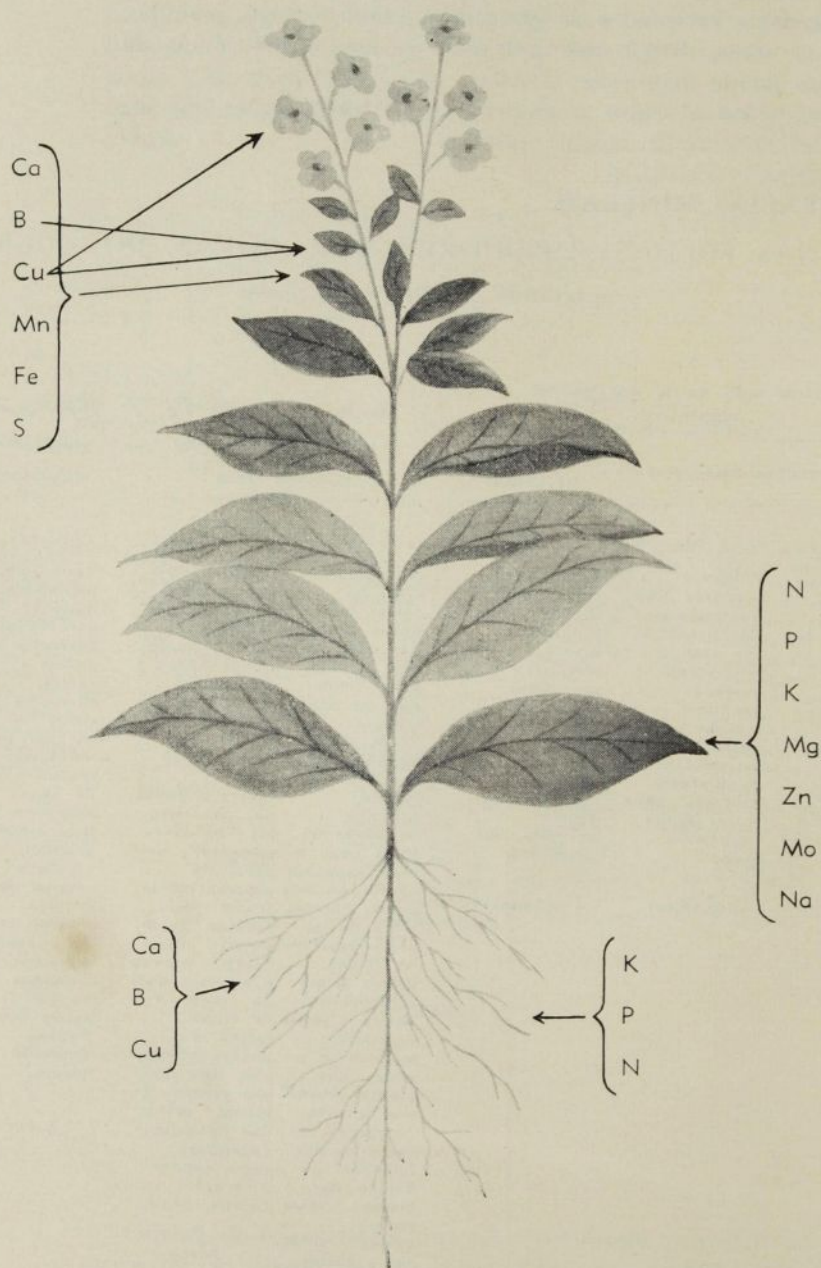
Em algumas variedades de gramíneas, como o trigo, o milho, etc., é, às vezes, difícil distinguir com certeza a deficiência de nitrogênio da de magnésio.

DEFICIÊNCIAS MINERAIS

progredindo de cima para baixo

1. clorose sem morte dos pontos vegetativos			2. morte dos pontos de crescimento as vèzes clorose fraca		3. sem clorose murchidão permanente
sem manchas necróticas		com manchas necróticas			
a)	b)	c)	a)	b)	a)
Nenhuma mancha necrótica; cõr clara até branca; principal nervuras verdes afetadas por último. Fe (ferro)	Fôlhas e nervuras uniformemente cloróticas; cõr amarello-esbranquiçada; nenhuma mancha necrótica; extremidade da margem enrolada para baixo. Fôlha copa para cima. S (enxôfre)	Fôlha verde-clara, todos nervos verde-azul-escuros; manchas cloróticas e necróticas espalhadas por todo o limbo; base e ponta da fôlha afetadas por último; às vèzes, encrespadas. Mn (manganês)	Nervuras marrons, fôlhas mais novas arqueadas para baixo para a ponta; com as margens enroladas um pouco crêspas; às vèzes, descoloração que chega até ao branco; progride da ponta da fôlha para a base; manchas necróticas marginaes recaem, frutos: lesões fôlha de aspecto recortado. As fôlhas velhas ficam verde-escuro. Morre o ponto vegetativo; morrem os pecíolos nas plantas novas: finas árvores: "dieback", e excessiva desfolhação; podridão dos botões; raízes: curtas, grossas, tufo-sas e bulbosas; manchas necróticas. Podridão sêca. Ca (cálcio)	Clorose fraca que começa na base das fôlhas e sobe para a ponta; fôlhas tortas deformadas com ponta partida; colapso da base das fôlhas. Morre o ponto de crescimento; "envassouramento", as-bes; manchas de crescimento; "cork" interno e externo, que de frutos; pontas mortas, com descoloração escura, finas, privadas de amidos (aguadas); casca áspera e escura. B (boro)	Ápice permanentemente murcho; exsudações de borracha nos galhos e raízes; excreções resinosas na casca; Brotos múltiplos; muitas varas de água; aparecem fôlhas anormais grandes, "dieback" excessiva das árvores; frutas: às vèzes rachadas, excrecências resinosas na casca; raízes com feridas. Podridão branca. Cu (cobre)

MANIFESTAÇÕES DAS DEFICIÊNCIAS



AS DEFICIÊNCIAS EM PARTICULAR

Como se pode facilmente verificar, podemos distinguir com toda clareza duas variedades de deficiências:

A deficiência
aparece
primeiro

- A) aquelas em que os minerais são transportados das partes mais velhas da planta para os pontos de crescimento, isto é, para as partes em desenvolvimento;
- B) aquelas em que os minerais permanecem fixados nas partes maduras, isto é, mais velhas da planta, faltando nas partes novas ainda em crescimento.

A razão desta diferença é bem simples:

Há elementos de fácil movimentação dentro da planta, os quais, em casos da deficiência, são tirados das partes desenvolvidas e maduras e transportados para as partes em crescimento, como acontece com o nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio, zinco e molibdênio.

Deslocação
ou fixação
dos elementos

Assim, podemos observar a deficiência nestes minerais primeiro nos tecidos maduros, de onde foram deslocados.

Outros elementos, de difícil movimentação dentro da planta, ficam em seus lugares nos tecidos maduros, mesmo quando o tecido em desenvolvimento esteja sofrendo sua falta, como acontece com o cálcio, boro, ferro, manganês, cobre e enxôfre. Por isso anotamos as primeiras manifestações de carências nas partes mais novas, ainda em crescimento, especialmente nos pontos apicais dos vegetais.

Para reconhecer uma deficiência, isto é, para saber em que "casa" procurá-la no quadro esquemático, temos de indagar o seguinte:

O que observar
para reconhecer
uma
deficiência?

- a) folhas de baixo ou de cima?
- b) clorose ou não?
- c) clorose irregular ou regular?
- d) manchas necróticas ou não?
- e) nervuras cloróticas ou verdes?
- f) clorose começando nas pontas e margens?
- g) clorose começando na base?
- h) clorose mais pronunciada no meio do limbo?
- i) deformação das folhas?
- j) encrespamento das folhas?
- l) desfolhação forte ou não?
- m) irregularidades nas frutas? etc.

Segundo essas manifestações pode-se enquadrar facilmente a deficiência no esquema anterior e, sabendo-se mais ou menos do que se trata, procurar a confirmação na descrição particularizada que se encontra no livro, comparando a fôlha da planta que sofre a deficiência em estudo com a figura que ali se acha.

Como as deficiências geralmente têm manifestações bem diferentes não é difícil apurar qual a deficiência que se trata. Não se precisa saber de cor as manifestações de cada fôlha em particular. Os desenhos ajudam à aquisição do costume de entender a "língua" das plantas.

Assim, em pouco tempo, cada um saberá, à simples vista de uma planta deficiente, seja de pequeno porte ou seja uma árvore, o que lhe está faltando. E o conhecimento da carência equivale ao início da cura, porque ninguém deixará perecer, por exemplo, as suas batatinhas ou o seu pomar, etc., sabendo qual a causa que lhes provoca a morte sem agir contra essa causa.

Deve ser o efeito dêste "dicionário da língua foliar": permitir que, ao têmos conhecimento do que falta a uma cultura, nos seja possível tomar medidas que debelem o mal.

Com isso, a agricultura se tornará mais próspera, mais econômica e mais bela para todos.

Página oposta:

Fig. 2 — Deficiência de nitrogênio no algodão. Notam-se as margens e pontas das fôlhas inferiores cloróticas e até amarelas, com pontinhos e manchas purpúreas. — O pé é muito pequeno, com aspecto inteiramente clorótico, quase sem ramos laterais e com muito poucas "maçãs".

Fig. 6 — Deficiência em nitrogênio na laranjeira. As fôlhas se apresentam inteiramente cloróticas, mais nas margens e pontas do que na base. Os brotos novos morrem. A desfolhação é intensa.

Fig. 7 — Deficiência em nitrogênio nas leguminosas 1 — Alfafa, 2 — Soja. As plantinhas novas são mais pálidas. Mais tarde as fôlhas mais velhas ficam amarelas ou mesmo douradas com as margens um pouco enroladas. A clorose quase nunca começa nas pontas.

Fig. 12 — As fôlhas da batateira apresentam no caso de deficiência em azoto, uma clorose que progride das margens e pontas para dentro do limbo. As margens enrolam para cima, assumindo a fôlha uma cor esbranquiçada e morrendo logo.



FIG. 12

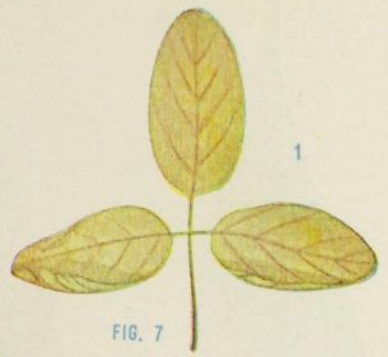


FIG. 7



2



FIG. 6



FIG. 2





FIG. 10



FIG. 4



NITROGÊNIO

DEFICIÊNCIA

O nitrogênio é o elemento básico na produção de amido e proteínas. Traços gerais

A deficiência em azoto não é somente a que primeiro foi notada pelo homem, mas também a que é mais facilmente identificável. O teor de nitrogênio no solo oscila entre 1 a 4 toneladas por hectare, estando a maior parte ainda em estado de matéria orgânica, não imediatamente aproveitável pela planta.

Tôdas as plantas usam o nitrogênio:

- 1) como nitrato (NO_3);
- 2) como amônio (NH_4).

Preferem, geralmente, a forma de nitratos. Sempre precisam mais azoto na primeira fase da vegetação do que na segunda. Elas podem demonstrar a deficiência em nitrogênio durante a vida inteira. Sabemos que a formação de clorofila está ligada ao teor em proteína do tecido vegetal.

Como o nitrogênio é o elemento essencial na produção de proteínas, entra em ligação com quase todos os elementos, pois é necessário para o crescimento e desenvolvimento de todos os tecidos vivos. Assim, a deficiência em nitrogênio é sempre um proeminente fator de limitação do crescimento das plantas. Fator limitante
do crescimento

Página oposta:

Fig. 4 — Deficiência em nitrogênio na cana-de-açúcar. As folhas cloróticas tornam o canavial inteiro um pouco amarelado. A clorose das folhas inferiores afeta, por último, a planta inteira, exceto o feixe apical. O tecido fica clorótico primeiro nas pontas e, depois aos lados da nervura principal, com necrose do tecido afetado. As folhas morrem completamente e caem.

Fig. 10 — Quando há deficiência em nitrogênio, as folhas do pessegueiro apresentam-se cloróticas, verde-claras, e até amarelas e beges, em estado avançado, com manchas de cor vermelho-vivo aos lados das nervuras secundárias.

**Condiciona os
ramos laterais**

É um fato bem conhecido que o desenvolvimento progressivo de ramos laterais é sempre condicionado ao abastecimento em nitrogênio. O aspecto geral da planta carente em N é clorótico. As folhas mais velhas amadurecem, secam e caem.

**As raízes
morrem**

As raízes das plantas deficientes em nitrogênio apresentam-se na primeira fase vegetativa, mais desenvolvidas do que o normal, mas depois se tornam necróticas e morrem.

A coroação é muito deficiente, limita-se as partes inferiores da planta ou galhos.

Também os botões são atingidos pela clorose. Tornam-se amarelos e caem. Formam-se poucos frutos, grandes e pálidos.

**AMENDOIM
(*Arachis
hypogaea*)
(22)**

As folhas mais velhas ficam amarelas e com o tempo quase brancas. Os caules tingem-se levemente de vermelho. As plantas são de aspecto raquítico e clorótico, pouco ramificadas. Formam-se poucos nódulos.

**ALGODOEIRO
(*Gossypium
hirsutum* L.)
(182)**

No algodão a deficiência em nitrogênio produz plantas pequenas com folhas reduzidas e cloróticas. Faltam quase completamente os ramos laterais e somente poucas "maças" se desenvolvem.

**Maior nível de
azoto nos
ramos de frutos**

É interessante saber que enquanto o nitrogênio aparece somente em quantidades reduzidas nas folhas e ramos, os ramos de frutos e os frutos possuem ainda um alto nível de azoto. Isso facilmente se explica pela tendência que tem a planta de abastecer seus órgãos reprodutores à custa das suas partes vegetativas.

A medida que a clorofila vai desaparecendo, o pigmento amarelo, normalmente coberto de verde, vai aparecendo. Dá-se uma descoloração das células vegetativas, acompanhada do desenvolvimento dum pigmento vermelho, conhecido como "antocianina". (Fig. 2, Prancha 1).

É muito comum observar que a cor das folhas muda do verde ao amarelo, dêste a várias "nuances" de vermelho até o roxo, antes que se tornem marrons, morrem e caem.

Podem-se resumir os sintomas de deficiência em nitrogênio no algodão como se segue:

- 1) as folhas novas são um tanto mais pálidas, perdendo a cor com a idade, tornando-se amarelas, e passando por todas as nuances de vermelho até o marrom. morrem e caem;
- 2) é reduzido o tamanho das folhas e pecíolos;
- 3) as plantas são fracas e de tamanho reduzido;

- 4) são poucas ou nenhuma as ramas laterais;
- 5) são poucos e curtos os galhos de frutos devido à paralisção do crescimento apical, ao qual se segue a formação dos primeiros botões;
- 6) são poucas as flôres, que se limitam às mais baixas ramas do pé.

Necessita bastante nitrogênio para a formação de frutos, que são pequenos e mais ácidos quando faltar este nutriente.

A deficiência em nitrogênio provoca plantas pequenas, cloróticas que assumem uma cor amarelo-vivo. As folhas mais novas mostram margens avermelhadas, sendo elas as primeiras atingidas. As folhas mais velhas conservam até o fim uma leve tonalidade esverdeada.

ABACAXI
(*Ananas sativus*)
(132)

De aspecto geral amarelado.

ALFAFA
(*Medicago sativa*) (65)

O arroz é uma cultura que precisa de muito nitrogênio, de muito mais que as outras gramíneas. Por isso é muito sensível à falta desse elemento.

ARROZ
(*Oryza sativa*)
(132)

A particularidade do arroz irrigado está em usar exclusivamente o azoto em forma de amônio (NH_4). Nos solos pantanosos ou nos campos irrigados ou mal drenados uma adubação com salitre do Chile pode estragar completamente o arrozal, porque em condições úmidas e mais ou menos anaeróbias, os nitratos ficam reduzidos a nitritos. Os nitritos, numa certa concentração, são tóxicos muito fortes para os vegetais.

Usa somente
 NH_4

Próprio para o arroz é por isso o sulfato de amônio ou outros adubos amoniados.

O arroz, quando deficiente em nitrogênio, apresenta aspecto inteiramente clorótico. As plantinhas sem vigor, vão amarelando a partir das pontas das folhas inferiores, progredindo a clorose aos lados da veia principal. Têm somente poucos colmos, e estes são muito finos. As folhas inferiores morrem subitamente e caem enquanto a planta tende a amadurecer precocemente. O arroz cacheia antes do tempo, formando somente espigas e sementes mal desenvolvidas e pequenas. Aduba-se com 150 a 300 kg de sulfato de amônio.

Poucos e finos
colmos

O aspecto geral é retardado e clorótico. As folhas inferiores são de um amarelo vivo, secam e caem. A bananeira necessita muito nitrogênio, de preferência em forma orgânica.

BANANEIRA
(*Musa paradisiaca*)
(132)

BATATINHA
(*Solanum*
tuberosum)
(181)

Nitrogênio é o fator limitante do crescimento das batatinhas. Geralmente uma adubação em azoto, em forma de fertilizantes químicos ou orgânicos, é usada nos campos de plantio comercial. Como HOUGHLAND revelou, na primeira parte da vida vegetativa, elas precisam somente de 1/12 do nitrogênio exigido na segunda parte. Plantas deficientes em nitrogênio são pequenas, fracas e cloróticas. Em estado avançado as margens esbranquiçadas dos lóbulos enrolam e finalmente as folhas inferiores caem. (Fig. 12, Prancha 1).

A safra em tubérculos é muito reduzida, sendo pequenos e de qualidade inferior.

Solos arenosos com pH baixo e baixo teor húmico são geralmente deficientes em nitrogênio.

Neste caso, só é eficiente uma adubação orgânica e depois, pouco antes do plantio, uma adubação leve com salitre do Chile.

CAFEIEIRO
(*Coffea*
arabica)
(132, 48)

Clorose,
primeiro na
base dos
brotos e nas
folhas
terminais

Esta deficiência é tão comum em nossos cafézais que todos os plantadores estão bem familiarizados com ela. Todos eles conhecem o aspecto das plantas que apresentam tôdas as suas partes um pouco cloróticas. As folhas na base dos brotos e as mais novas, apresentam os primeiros sintomas. Deve-se ter isso bem presente no espírito, porque os primeiros sintomas nunca aparecem no pau, já velho, mas exatamente na base dos brotos novos e depois nas suas pontas. Distinguem-se facilmente os brotos novos do pau velho pela casca, pois esta é verde nesses brotos, ao passo que no caule velho é marrom-cinzentos ou bege. Em casos de deficiência, esta casca não é verde, mas clorótica ou mesmo amarela, branca ou um pouco avermelhada, segundo a variedade.

Como também a deficiência em zinco causa uma clorose pronunciada, devemos notar que em casos da deficiência dêsse elemento o aspecto clorótico é localizado no lado noroeste do pé enquanto o lado do sudeste oferece ainda aspecto normal. O lado da maior insolação é sempre o mais afetado.

No caso da deficiência em nitrogênio as folhas mudam de cor igualmente no pé inteiro chegando ao verde amarelado, sem manchas necróticas.

Os botões caem

A coroação geralmente é reduzida à base dos brotos e quando é boa, muitos dos botões se tornam também cloróticos e caem, causando considerável quebra da safra.

As folhas atacadas caem precocemente, causando severa desfolhação. Chamamos, porém, a atenção para os sintomas bem parecidos à deficiência de nitrogênio, mas geralmente acompanhados de várias outras manifestações, como na deficiência de magnésio, etc.

Mais fáceis de confundir são ainda as manifestações foliares causadas pelos danos radiculares, como cinturação das raízes, lagartas que comem os cabelos radiculares, etc. Também o ataque bacteriano das raízes origina uma clorose semelhante à do nitrogênio (Fig. 3, Prancha 7).

Sintomas de
danos
radiculares

Mas em todos estes casos de feridas radiculares podemos observar uma pronunciada clorose das nervuras. A folha inteira fica apenas um pouco clorótica enquanto as nervuras são duma côr amarela. Esse fenômeno nunca pode ser provocado pela falta de nitrogênio. Os ataques bacterianos das raízes só se dão geralmente em casos da deficiência em cobre, onde as raízes apresentam feridas com exsudações resinosas. As bactérias invadem, podendo pronunciar também a chamada "clorose das nervuras".

Clorose das
nervuras

Os pés deficientes em nitrogênio crescem pouco, os entrenós são curtos, dando ao pé aparência tufosa.

Acredita-se que muitas vezes a aração funda perto dos pés, causando uma sangria forte, seja a razão desta deficiência, porque o sistema radicular reduzido não pode satisfazer às necessidades da copa em nitrogênio.

Com estrume combate-se melhor esta deficiência.

Não há nada mais triste do que um canavial deficiente em nitrogênio. O aspecto é péssimo. A cana é pequena, fina e dura com muito poucos colmos, enquanto as folhas são cloróticas até amarelas. As folhas velhas secam e caem. Às vezes, as canas são mais avermelhadas. A qualidade da cana não se deprecia muito, mas o rendimento por hectare é reduzidíssimo. Em diversas variedades aumenta a fibrosidade, continuando, porém, normal a pureza do caldo; nos casos extremos a pureza é um pouco maior em relação aos outros canaviais devido a maturação precoce da cana.

CANA-DE-
AÇÚCAR
(*Saccharum
officinarum*)
(132, 74)

É bem conhecido o fato de a pureza da cana aumentar a partir do momento em que o crescimento se acaba, isto é, a partir do momento em que está cessando a absorção do nitrogênio (como também dos outros elementos), e baixar no dia em que se inicia de novo o crescimento (Fig. 4, Prancha 2).

Por isso pode-se facilmente imaginar que a cana deficiente em nitrogênio alcance mais cedo uma pureza alta, que os canaviais são da mesma zona.

O nitrogênio geralmente se esgota muito depressa nos canaviais porque o abastecimento em matéria orgânica é quase nulo, especialmente nas fazendas que usam colher com a cortadeira.

Danos da
queimada

Embora o corte a mão seja mais caro, recompensa, porque evita a queimada danosa.

Danosa pelos seguintes motivos:

- 1) priva o canavial de toda matéria orgânica;
- 2) prejudica seriamente os pontos de renovação;
- 3) provoca a acidificação da terra, esterilizando-a, a não ser que se tomem contra-medidas.

Geralmente, canaviais queimados têm de ser renovados.

Palha enleirada

Os canaviais com a palha enleirada têm sempre vida maior; a palha enleirada impede a proliferação de inço, ao menos em cada segunda fileira. Com 140 kg/ha de salitre do Chile corrige-se a deficiência.

CEBOLA (*Allium cepa*)

A deficiência em nitrogênio na cebola revela-se geralmente muito cedo. O crescimento das plantinhas é retardado, as folhas ficam curtas, finas — pouco diâmetro — e de cor verde-amarelada. Mais tarde, as pontas das folhas tornam-se avermelhadas. As folhas mais velhas morrem.

CENOURA (*Daucus carota*) (179)

Folhas de cor verde claro, mais tarde amarelecem as mais velhas. Os pecíolos são extremamente fracos (179).

COUVE-FLOR (*Brassica oleracea*, var. *botrytis*) (181)

Folhas novas de verde pálido. As folhas mais velhas descoloram para uma cor alaranjada, às vezes roxeada, secam e caem (181).

O plantio de verduras com estrume evita este mal.

FUMO (*Nicotiano tabacum*) Fumo leve: com pouco azoto Fumo "pesado" com abundância de azoto

O controle do abastecimento em nitrogênio no fumo é da maior importância, porque determina a qualidade da folha. Os fumos finos de cigarros devem ser cultivados até com deficiência de nitrogênio para produzirem folhas finas. As folhas para charutos devem, porém, ser cultivadas com luxurioso abastecimento de azoto, para produzirem o fumo "pesado", apreciado neste artigo.

Mesmo, porém, que o fumo deva ser produzido com deficiência em azoto, não deve este faltar, mas sim, ser-lhe proporcionado, não passando o certo ponto de um mínimo necessário, para o fumo amadurecer convenientemente.

O primeiro sinal da carência em nitrogênio é o reduzido crescimento que pode ser até paralisado; ao mesmo tempo a planta perde a cor verde normal.

Depois, as folhas mais velhas tornam-se amarelas e tanto mais, quanto mais verdes eram. Finalmente assumem uma cor marrom, morrem e caem.



Fig. 5 — Deficiência de nitrogênio no fumo. Nota-se a aparência clorótica da planta. As folhas inferiores morrem logo, assumindo uma cor escura indesejável. Manchas necróticas aparecem nas folhas amareladas, que logo morrem.

A folha seca mostra, em alto grau, a deficiência em nitrogênio. Ela é de tamanho reduzido e também sua cor é afetada, diferenciada com os vários métodos de "cura". O aroma é inferior, devido a maturação precoce das folhas.

Folha "seca" é inferior

Nas folhas de fumo para charutos, a deficiência pode até estragar por completo o valor comercial deste artigo.

É de conhecimento geral que plantas criadas com deficiência em nitrogênio também apresentam baixo teor de nicotina; especialmente quando falta este elemento a partir da coroação.

Baixo teor de nicotina

A identificação da carência em azoto é às vezes um pouco difícil porque tal carência não apresenta sempre sinais muito particulares.

LARANJEIRA
(*Citrus
sinensis*)
E OUTROS
CITRUS

Quando o nitrogênio falta permanentemente, as folhas novas pouco se desenvolvem, ficando pequenas, frágeis, com cor pá-

lida. A maioria dos botões caem, como também uma grande parte das folhas (Fig. 6, Prancha 1).

Se as árvores encontram bastante nitrogênio no início das chuvas e somente mais tarde o azoto se torna deficiente, as folhas se apresentam pintadas de verde e amarelo, ou ficam mesmo inteiramente amarelas e caem. Êstes sintomas aparecem freqüentemente em laranjais que foram arados e, devido a sangria, o volume das raízes é reduzido. Especialmente em tempos chuvosos ou em lotes irrigados êstes sintomas se agravam.

Deficiência permanente

Os pés que sofrem permanente deficiência em nitrogênio são fracos, de forma irregular e com pouco crescimento. As ramas morrem e verifica-se considerável "dieback". Êsses pés quase nunca morrem inteiramente, mas permanecem enfezados.

As frutas são em número reduzido, de casca lisa, macia e muito fina. As poucas que vingam são grandes.

"Dieback" chamam os ianques a morte dos pés, que começa nas pontas dos brotos e progride de lá para baixo. (Fig. 7, Prancha 1).

LEGUMINOSAS (122)

Mesmo as diversas leguminosas respondem favoravelmente a uma adubação azotada, e NORMAN verificou experimentalmente que, na ausência de nitrogênio, nunca podem alcançar o máximo rendimento, mesmo quando estão bem noduladas. Da germinação até o início da nodulação percorrem geralmente 3 a 4 semanas quando a planta necessita N do solo.

Ambiente próprio para o inoculante

A inoculação das leguminosas é uma coisa bem comum, como também o fato de que as diferentes variedades de leguminosas precisam de linhagens, "strains", próprias de bactérias noduladoras (rizóbios), para produzirem bem. Deve-se lembrar, porém, que as diversas espécies de rizóbios precisam também de condições adequadas de vida, especialmente de um pH apropriado. Por isso, a calagem adequada é uma prática essencial no plantio de leguminosas inoculadas.

Adubação azotada

É aconselhável aplicar uma leve adubação azotada nas leguminosas de sementes pequenas — como a alfafa, o trifólio, a ervilhaca, etc. — para facilitar o desenvolvimento juvenil dessas plantas. É muito conhecido que as plantas carentes de nitrogênio são cloróticas. Depois de certo tempo, as folhas podem adquirir cor amarela pronunciada. A deficiência começa sempre nas folhas inferiores, mais velhas, mas rapidamente toma conta da planta inteira. A cor amarela pode resultar também duma linhagem estranha de bactérias noduladoras que prejudicam, como parasitas, a planta.

Deficiência

As plantas inteiras mostram um aspecto de verde pálido, são pequenas, delgadas, com pouca ramificação. As folhas mais velhas tornam-se amarelas, secam e caem. Formam-se poucas flores e sementes (182).

LINHO
(*Linum*
usitatissimum)
(182)

Quase todos os plantadores de macieiras estão familiarizados com os sintomas da deficiência em nitrogênio. Ela é quase a única que pode ser corrigida facilmente.

MACIEIRA
(*Malus*
sylvestris)
(181)

Somente uma grave deficiência deste nutriente é que apresenta sintomas. Um plantador com experiência sabe regular pelo abastecimento de azoto a qualidade das frutas produzidas. O controle do abastecimento de nitrogênio constitui controle indireto do abastecimento em carboidratos, o qual é responsável pela coroação do pé, como também pela cor das frutas e pela resistência ao frio. Assim, o crescimento das árvores pode ser acelerado ou retardado pelo aumento ou restrição do azoto na dieta.

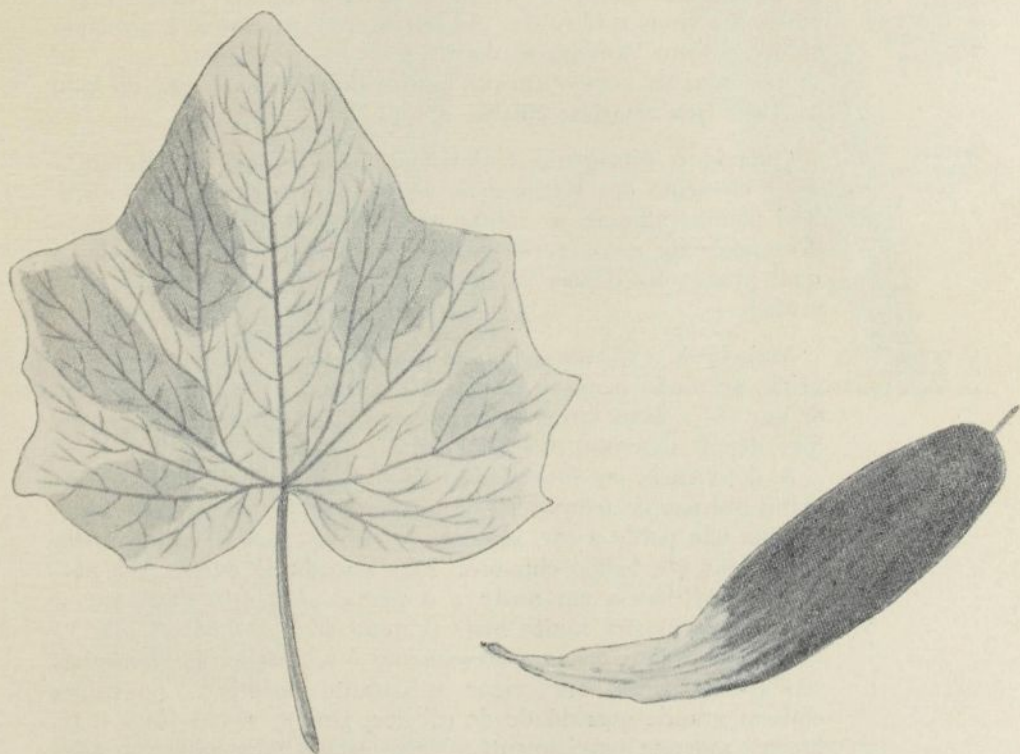


Fig. 8 — Deficiência em nitrogênio nas cucurbitáceas. As folhas apresentam uma clorose mais pronunciada no tecido do que nas nervuras. Manchas marrom-claras aparecem no limbo. As frutas têm a parte da flor chôcha, amarela e seca.

A deficiência em nitrogênio pode aparecer durante o ano inteiro. Na primavera, quando está começando um crescimento rápido, a coroação é modesta e poucas frutas são produzidas. As folhas são pálidas e não atingem o tamanho normal.

Os sintomas da deficiência em nitrogênio sempre aparecem primeiro perto da base da "corrente alimentativa" e progridem nas ramas. Os pecíolos têm tendência a formar ângulos pequenos com o galho. Esta deficiência é sempre acompanhada duma acumulação de carboidratos e antocianino, isto é, de um pigmento purpurado, e dum declínio da força vegetativa.

Quando a deficiência é pronunciada, as poucas frutas, drasticamente reduzidas em tamanho, têm tendência a amadurecer e cair prematuramente.

MELANCIA
(*Citrullus*
vulgaris)

PEPINO
(*Cucumis*
sativus) (73)
E OUTRAS
CUCURBI-
TÁCEAS

A deficiência em nitrogênio em tôdas as cucurbitáceas se mostra no crescimento fraco e descoloração das folhas, que ficam pálidas. O verde normal das folhas vai desaparecendo, passando por tôdas as "nuances" do verde ao amarelo. Os caules e pecíolos são finos e fibrosos. As raízes desenvolvem-se a princípio vigorosamente; tornam-se depois marrons e morrem.

As frutas do pepino são um tanto pálidas e sua ponta, do lado da flor, fica amarela, chôcha e seca.

MILHO
(*Zea mays*)
(63)

Quando o nitrogênio é deficiente, dá-se uma transferência desse elemento das folhas mais velhas para o tecido mais novo. Nas plantas adultas, as folhas mais velhas tornam-se cloróticas desaparecendo a cor verde e aparecendo o pigmento amarelo, o qual predomina depois da perda da clorofila, (caroteno e xantofila).

O típico "V"
da deficiência
em nitrogênio

Mais tarde a cor amarela, que começou na ponta da folha progride, seguindo o nervo principal e forma o tão típico desenho de um "V". Mais tarde a folha inteira torna-se amarela e poucos dias depois marrom, morre e cai.

A deficiência em nitrogênio não pode ser confundida com as manifestações de tempos secos porque quando há falta de água, a folha não perde a cor, somente se enrola, permanecendo assim até chegar um tempo chuvoso. Mas quando só existe uma moderada deficiência em azoto e o tempo seco está passando, a carência se mostra muito mais pronunciada.

Nas plantinhas novas o crescimento é retardado, as plantinhas são fracas, finas, sem vigor e bastante cloróticas. As raízes emitem grande quantidade de cabelos, porém, sendo finas e fibrosas, morrem parcialmente. Neste estado uma adubação adequada em cobertura pode remediar ainda esta deficiência.

É conveniente fazer esta adubação aos lados das fileiras — mais ou menos 60 a 100 kg de sulfato de amônio — e não no espaço entre as linhas.

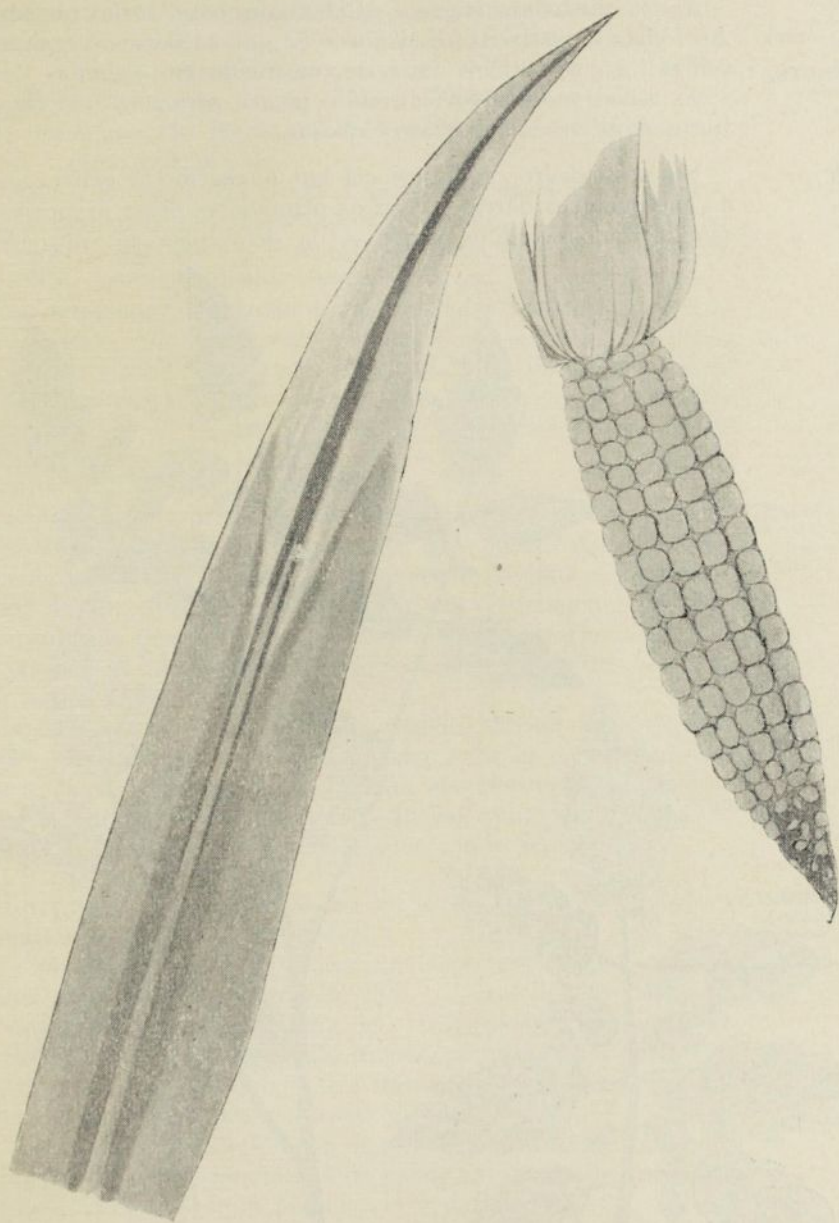


Fig. 9 — A deficiência em nitrogênio no milho começa com uma clorose moderada nas pontas das folhas. A clorose progride ao lado das nervuras principais, surgindo logo a morte do tecido afetado. — As espigas são pequenas com pontas completamente estéreis e escuras.

NABO,
(*Brassica*
napus) (181)

RABANETE,
(*Raphanus*
sativus) etc.

**PESSE-
GUEIRO**
(*Prunus*
persica
(188)

As plantinhas são fracas e pálidas, com crescimento retardado. As folhas são estreitas e menores do que as normais e as mais velhas logo se tornam amarelas, morrendo em seguida.

As raízes se desenvolvem muito pouco, permanecendo finas e fibrosas, às vezes até quase lenhosas.

No pessegueiro, a deficiência em nitrogênio é mais comum do que qualquer outra. Todos os plantadores dessa árvore estão familiarizados com os sintomas da deficiência em nitrogênio,



Fig. 11 — Começando nas folhas inferiores, a clorose, no caso da deficiência em nitrogênio, está progredindo para cima. As folhas assumem uma cor amarelo-vivo e apresentam nervuras e pecíolos avermelhados.

porque aparecem mesmo em solos relativamente bons, quando os pessegueiros são obrigados a repartir o azoto com o inço (ervas daninhas). Primeiro são afetadas as folhas perto das ramas do ano, então em curso. Simultaneamente, os galhos nascidos nesse ano são fracos, eretos e curtos com casca marrom, ou até mesmo purpureada.

Depende do vigor das ramas e da locação das folhas a descoloração atribuída a deficiência em nitrogênio. A cor varia do verde-pálido ao amarelo e amarelo-avermelhado, com manchas necróticas de cor vermelho vivo ou marrom.

Nos casos em que possam ser encontradas ramas do ano, então em curso, com casca roxa e folhas com manchas vermelhas, a coroação é muito deficiente, restringindo as folhas deficientes à base dos ramos. Além disso, a resistência ao frio é bastante reduzida. (Fig. 10, Prancha 2) Os frutos são pequenos e adstringentes.

Também aqui a perda de cor é o primeiro sinal desta deficiência. Inicialmente a clorose aparece nas pontas das folhinhas mais novas. Estas folhinhas permanecem estreitas e pequenas. A cor da nervura das folhas muda dum verde-amarelado para o purpúreo, o qual é ainda acentuado no lado inferior da folha. Os pecíolos e caules tornam-se fibrosos e — às vezes — também roxos, como as nervuras.

Os botões tornam-se amarelos e caem, devido à morte dos cabelos das raízes, o que significa uma redução de carboidratos para a planta. As frutas, que vingam, são cloróticas, pequenas e fibrosas, quando verdes, e dum vermelho muito escuro quando maduras. A safra é conseqüentemente muito reduzida.

TOMATEIRO
(*Lycopersicum*
esculentum)
(46)

Um tempo frio e chuvoso no início da vegetação impede a formação de nitrogênio disponível.

As plantinhas novas assumem um aspecto clorótico, com as pontas das folhas dum amarelo-vivo. O crescimento detém-se. O mais grave é a absoluta falta de perfilhação. Trigo que sofre de falta de nitrogênio no estado juvenil, só produz um único colmo, ou mais uma ou duas hastes fracas, insignificantes, que geralmente nunca chegam a formar espigas.

Pode-se corrigir a deficiência de nitrogênio mediante uma adubação em cobertura, quando ainda existe esperança de suficiente umidade. Ainda assim, a perfilhação é deficiente.

Com a entrada de tempo bom a manifestação da deficiência em azoto desaparece, mas não há mais formação de vários colmos. Geralmente, as folhas mais atacadas, mesmo em tempos melhores, acabam por morrer, diminuindo bastante o vigor da planta, já retardada e fraca.

TRIGO
(*Triticum*
aestivum)
(181)

As espigas formadas são pequenas e a maturação é precoce, o que nada mais é que a consequência natural da falta de azoto.



Fig. 13 — A planta inteira ostenta uma cor clorótica. As folhas mais velhas tornam-se amarelas nas pontas, progredindo essa descoloração para a base da folha. O desenho em forma de "V" não é tão acentuado como no milho.

VIDEIRA
(*Vitis sp.*)

A deficiência em nitrogênio é menos pronunciada e menos comum nas videiras, porque quase nunca encontramos culturas de uvas feitas sem estêrco, composto ou qualquer outra adubação orgânica. Os primeiros sinais da deficiência são folhas um pouco cloróticas na base das ramas e amareladas dum lado. Com o tempo, a folha inteira torna-se amarela, seca e cai.

As folhas têm tamanho reduzido, o vigor da planta é muito inferior ao normal e as ramas do ano então em curso são bem mais curtas, fracas e finas.

FÓSFORO

DEFICIÊNCIA

O fósforo é o mineral mais necessário para o crescimento e a reprodução vegetal.

Os nossos solos de culturas são geralmente deficientes em fósforo. É este um elemento de pouca movimentação no solo, mas de pronta fixação em ligações inaproveitáveis para as plantas, em solos inertes e pouco humosos. Por outro lado, o fósforo é melhor absorvido em presença de nitrogênio, silício e boro.

Elemento de
pouca
movimentação
no solo



Fig. 14 — Quando há deficiência em fósforo, o algodão é de tamanho reduzido, de cor verde-escuro, com folhas estreitas e pequenas. O ângulo dos pecíolos com os galhos é muito fechado.

Em tôdas as
partes em
movimento

É sabido que tôdas as células vegetais contêm fósforo e que este elemento é necessário para a divisão das células. Por isso, ele se encontra concentrado nos pontos vegetativos, no meristema, em uma palavra, em todos os lugares onde se processa o desenvolvimento. As sementes contêm também considerável quantidade deste elemento, em vista das necessidades do germe, pois, o fósforo é necessário para a reprodução dos vegetais.

O fósforo é sempre conduzido para as partes do vegetal que se acham em desenvolvimento.

1/5 a 1/10
da quantidade
de azôto
assimilado

Apesar da importância enorme desse elemento na vida vegetal, a sua assimilação é somente de um quinto a um décimo da quantidade de azôto assimilado.

Manifestações
de deficiência

As manifestações da carência em fósforo nunca são tão pronunciadas como as de nitrogênio, potássio ou outros elementos. Porém, pode-se notar uma sensível redução do crescimento. As plantas são pequenas, com folhas bem reduzidas, eretas, de cor verde escuro. Muitas vezes, faltando o fósforo, o potássio determina a produção anormal de açúcar, da qual resulta a descoloração roxa das nervuras, pecíolos, caules e também do tecido das folhas novas. As plantas que sofrem deficiência em fósforo só amadurecem tardiamente e têm tendência a prolongar o tempo de crescimento. Infelizmente, a carência em fósforo é sempre o primeiro sinal da erosão interna, e por isso, pode-se imaginar que não existe em nosso país terra de cultura que não seja deficiente nesse elemento. Além disso, o benefício duma adubação fosfórica é muito pequeno, quando não há no solo bastante matéria orgânica, pois esta impede a pronta ligação do fosfato.

AMENDOIM
(*Arachis
hypogaea*)
(22)

A planta é pequena, de um aspecto muito ereto, de cor verde escura, até azulada. O ângulo das folhas é agudo. Os caules e nervuras são finas, muitas vezes avermelhados. As folhas novas nascem cloróticas. A formação de nódulos é escassa.

P á g i n a s s e g u i n t e s :

Fig. 16 A — Deficiência em fósforo no cafeeiro.

Fig. 20 — Quando há deficiência de fósforo, as folhas do brôto novo da macieira são de cor verde-escuro, estreitas, sem lustro e com pecíolos, e os nervos principais, avermelhados. As folhas do ponto vegetativo apresentam também um tom avermelhado no verso, especialmente nas margens.

Fig. 21 — Deficiência de fósforo no milho.

Fig. 22 — Folhas de pêssego. A deficiência de fósforo aparece geralmente ao mesmo tempo que a de potássio. A clorose e a descoloração vermelha são devidas à deficiência de fósforo e a necrose das margens, à deficiência de potássio.



FIG. 21



FIG. 16A



FIG. 20



FIG. 22





Fig. 15 — Quando há deficiência em fósforo, as folhas, com exceção da folha-cobertor do cacho, são pigmentadas duma cor vermelho-azulado-escuro. Morrem muitas folhas.

ALGODOEIRO
(*Gossypium*
hirsutum)
(181)

O fósforo é geralmente fator limitante para o algodão em todos os solos tropicais.

Quanto mais baixo o pH da terra, tanto mais fosfato é fixado e tanto menos o algodão o tem à sua disposição. Quando o pH é mais favorável ao algodão, o fosfato disponível aumenta também. O algodão deficiente em fósforo é pequeno, com folhas miúdas estreitas e de cor verde-escuro. O ângulo dos pecíolos é muito pequeno.

ARROZ
(*Oryza sativa*)
(132)

O arroz precisa de consideráveis quantidades de fósforo para a produção de semente.

Especialmente depois de uns dias frios vão aparecendo plantas cujas folhas, anormalmente estreitas, apresentam a descoloração roxa, típica desta deficiência. (Fig. 15).

As folhas mais velhas e mesmo as mais novas, com exceção da que envolve o cacho, assumem uma descoloração vermelho-escuro azulada. As pontas das folhas mais velhas tornam-se necróticas, progredindo esta necrose das pontas para a base. As folhas mortas caem como na deficiência de nitrogênio.

Em casos graves, as plantas afetadas não chegam a amadurecer causando isso enorme queda no rendimento. Os cachos são sempre pequenos.

BANANEIRA
(*Musa*
paradisíaca)
(132)

A bananeira não é tão exigente em fósforo como se acredita. Não se observa geralmente a deficiência em fósforo na bananeira. Pode ser também que a terra rica em humo, exigida pela bananeira, ponha tanto fosfato a disposição do pé que este quase nunca sofra deficiência desse elemento.

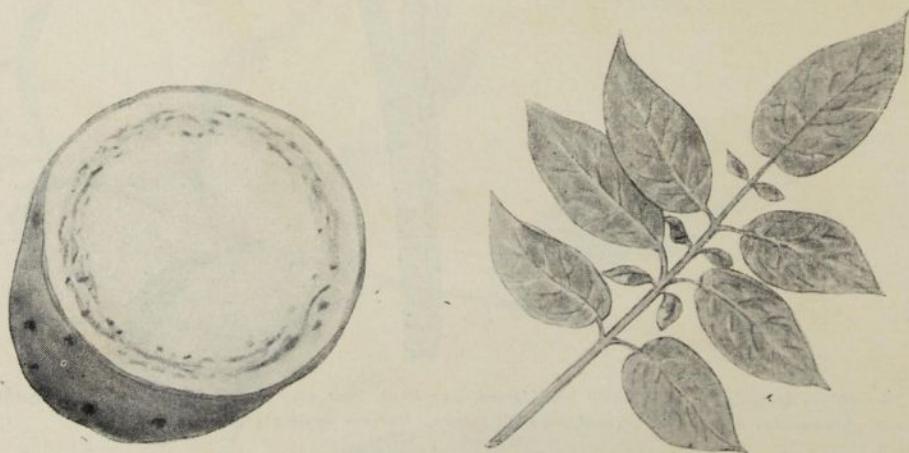


Fig. 16 — Deficiência em fósforo na batatinha.

Quando a bananeira é plantada num solo muito pobre, as plantas denunciam a falta de fósforo pela cessação do crescimento e pelas folhas estreitas, dum verde-escuro ou mesmo pardacento. Esses sintomas são, às vezes, confundidos com os resultados de uma adubação boa em nitrogênio, mas se examinarmos cuidadosamente as folhas notaremos uma descoloração um tanto purpurada das nervuras principais. Aparecem manchas pardacentas nas folhas que se tornam necróticas.

A absorção do fósforo tem estreitas relações com a do nitrogênio, somente que a do primeiro é de 1/5 a 1/12 da do segundo.

As plantinhas novas são um pouco menores e fracas e, especialmente na primeira parte da vida, de crescimento muito retardado. Mas, mais tarde, quando o sistema radicular está bem desenvolvido, elas crescem bem depressa e têm a tendência de continuar o seu crescimento quando as batatinhas em solo rico de humo já estão amadurecendo. As plantas são altas, delgadas, finas e de um verde-escuro.

Quando a deficiência em fósforo é muito pronunciada, os pecíolos curvam para cima, e os lóbulos se enrolam e desenvolvem-se uma necrose marginal.

Os tubérculos destas plantas apresentam na polpa manchas côr de ferrugem que podem chegar a formar anéis. Numa deficiência grave, mais da metade do tubérculo pode ser afetado por essas manchas. Quando as batatinhas são fervidas, suas partes manchadas permanecem duras no meio do tecido mole. (fig. 16).

BATATINHA
(*Solanum tuberosum*)
(22)

Manchas
enferrujadas
na polpa

A deficiência deste elemento é um tanto difícil de se reconhecer porque não existem sintomas muito expressivos.

Os sintomas mais evidentes são:

1) Nas folhas maduras, depois da florescência, aparecem áreas um pouco cloróticas, pardacentas, aguadas cuja localização é variável, e que podem tornar-se necróticas, apresentando uma côr marrom-esbranquiçado.

2) A queda de muitos frutos verdes, bem antes do amadurecimento.

3) A qualidade do café é péssima.

CAFEIEIRO
(*Coffea arabica*)
(132)

Qualidade:
"dura"

Assim sendo, como quase todos os nossos solos de cultura são deficientes em fósforo, podemos ter como certo que também os nossos cafêzais sofrem sempre a deficiência desse elemento. A qualidade "dura" do nosso café depende muito da falta de fósforo na dieta dos nossos cafeeiros.

CANA-DE-
AÇÚCAR
(*Saccharum
officinarum*)
(132, 74)

Como a cana é uma gramínea com raízes bastante fibrosas, a alimentação da planta, — mesmo em solos pobres, — se processa de modo mais ou menos equilibrado.

A mais sensível
CO 290
(107)

A deficiência em fósforo se observa especialmente em canaviais novos (uma das variedades mais sensíveis no estado juvenil é o CO 290) onde as plantinhas de mais ou menos uns 60 cm de altura apresentam o aspecto de terem sido queimadas pelo frio. As folhas são, na parte superior, altamente pigmentadas

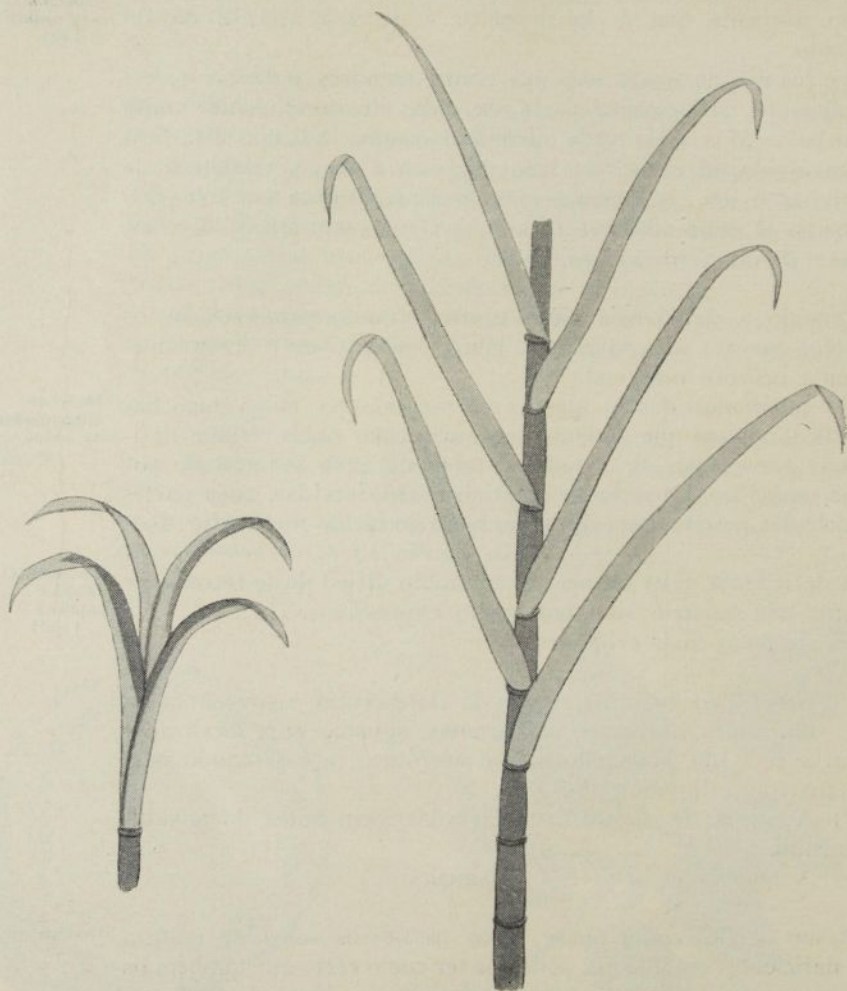


Fig. 17 — Quando existe a deficiência em fósforo, a cana nova apresenta o aspecto de ter sido queimada pelo frio, e tem acentuada cor purpúrea. — Na cana adulta, as folhas estreitas, de verde-escuro, são o único sinal da deficiência.

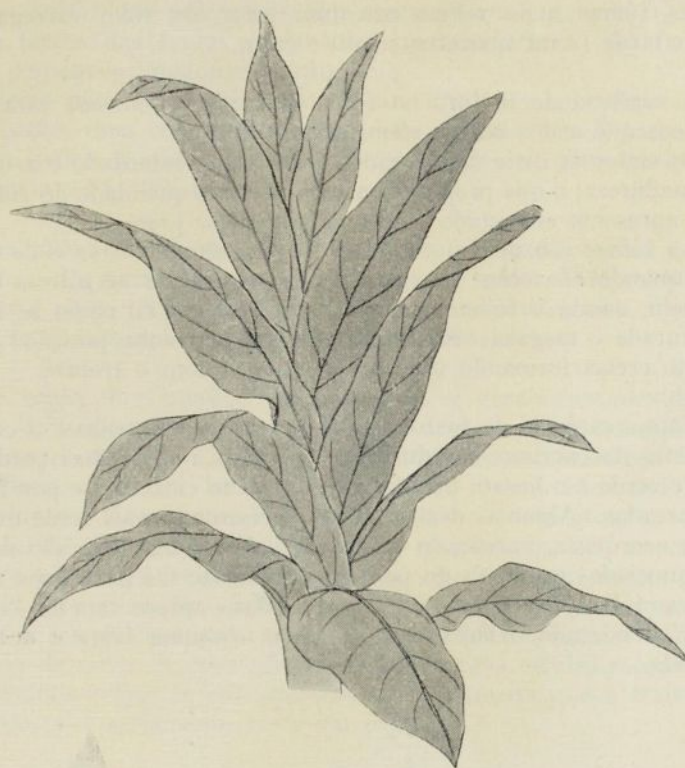


Fig. 18 — Os únicos sintomas da deficiência em fósforo no fumo são a cor verde-escuro das folhas, que são muito estreitas, e o ângulo pequeno das folhas com o caule.

de uma cor purpúrea, cuja intensidade depende muitíssimo da variedade da cana. No curso do desenvolvimento, este sintoma vai desaparecendo e a planta, cujo crescimento é um pouco mais lento, apresenta folhas estreitas, de um verde-escuro, muito eretas. entrenós mais curtos. As folhas mais velhas ficam cloróticas. Secam as pontas.

É um pouco difícil reconhecer a deficiência em fósforo de plantas adultas, porque em nossos solos de cultura a cana geralmente sofre de tantas deficiências que a de fósforo é quase sempre dominada pelas outras. A clarificação do caldo é difícil.

As folhas mais velhas mostram primeiro as pontas murchas, que logo depois morrem. Desenvolvem-se áreas amarelas e necróticas na folha inteira, a partir do ápice seguindo para a base. As folhas mortas secam e ficam com uma cor muito escura.

CEBOLA
(167)

COUVE FLOR
(181)

As folhas mais velhas ostentam uma cor roxo carregado. Mais tarde ficam amarelas, secam e caem.

FUMO
(97)

A carência de fósforo no fumo causa efeitos menos característicos que a dos outros elementos.

Os sintomas mais típicos são o crescimento retardado e a falta de madureza, o que proporciona uma péssima qualidade do fumo, que apresenta em estado seco uma cor quase preta.

As folhas são de um verde-escuro e muito estreitas e de vez em quando aparecem nas mais velhas pontinhas necróticas que recaem, dando à folha uma aparência péssima tal como se fosse furada e rasgada. As folhas têm uma estranha posição: são muito eretas formando um ângulo estreito com o tronco.

**LARANJEIRAS E
OUTROS
CITRUS**
(57, 58)**Em pés novos**

Com a carência de fósforo as folhas ficam pequenas e o crescimento das árvores é reduzido. As folhas mais velhas perdem a cor verde e o lustro, tornando-se um tanto cinzentas e por fim, bronzeadas. Algumas destas folhas apresentam mais tarde manchas necróticas, parecendo queimadas. Estas manchas são mais pronunciadas no início do período vegetativo. Os pés novos têm poucas folhas, derrubam as folhas afetadas e apresentam um "die-back" moderado. Dão poucas flores e nenhuma fruta é desenvolvida.

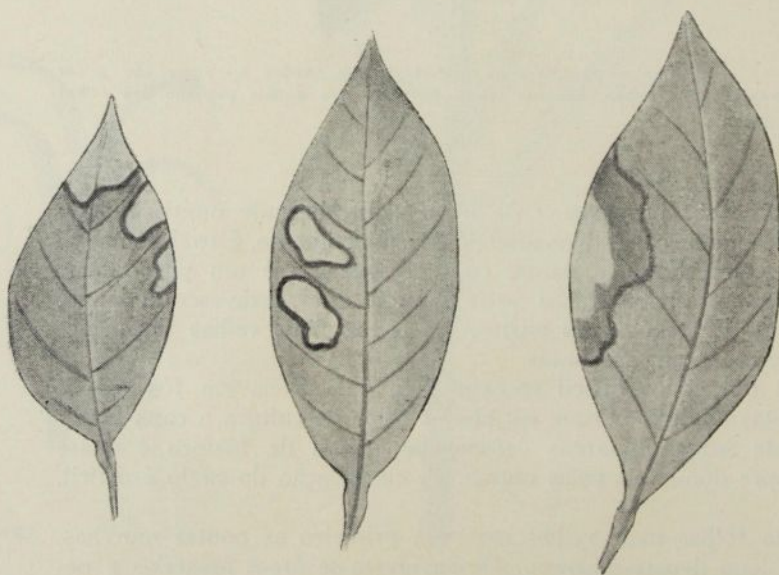


Fig. 19 — As folhas da laranjeira, com deficiência de fósforo, perdem o seu lustro, são um tanto cinzentas e apresentam manchas requeimadas.

As frutas dos pés velhos têm casca áspera e grossa. Quase dois terços das frutas caem antes de amadurecer. As frutas que conseguem amadurecer são ácidas.

Em pés velhos

Neste caso é sempre bom aplicar, imediatamente depois da adubação, uma cobertura sombreadora no solo como: casca de arroz, palha, matinho cortado, cascas de café ou outros resíduos vegetais. (Fig. 20, Prancha 4).

As folhas são de um verde escuro, até azulado, eretas e estreitas. As mais velhas amarelam, secam e caem. Os caules são finos e altos. A planta desenvolve poucas ramificações. A colheita é escassa, e se desenvolvem poucos frutos.

LINHO
(181)

A causa do "cansaço" dos pomares é geralmente devida à falta de fósforo disponível na dieta das árvores. Com o tempo, as raízes privam a terra de todo o fósforo hidrossolúvel e por falta de humo, o pé fica "cansado". O fósforo mesmo não sendo requerido em tanta quantidade como os outros elementos, no caso da deficiência, reduz sensivelmente o crescimento, mas o pior é que o vigor e a resistência da planta se acham seriamente afetados. Isto se explica pelo fato de os tecidos maduros fornecerem o seu fosfato para as partes em desenvolvimento, onde é usado de novo. A consequência é que muitas células morrem e os tecidos velhos se enfraquecem de tal maneira que a resistência do pé é seriamente posta em perigo.

MACIEIRA
"Cansaço" dos
pomares
(181)

Os pés novos de macieiras revelam a deficiência bem mais cedo, pois o seu crescimento é muito acelerado e não há nenhuma reserva de fósforo.

As folhas são, por isso, mais estreitas e escuras, com pecíolos avermelhados, e geralmente apresentam também as nervuras principais com um colorido avermelhado.

As ramas não atingem a espessura normal, e a ramificação é visivelmente restringida. Os pecíolos formam um ângulo muito estreito com o galho. Especialmente em tempo chuvoso e fresco a acumulação de antocianino é tão alta que quase todas as ramas do ano corrente tem as folhas purpureadas.

O pé perde a
sua resistência

A ramificação
é restringida

Em casos de intensa deficiência, mesmo as folhas mais velhas tornam-se manchadas, com áreas verde-amarelas e verde-escuras, folhas essas que logo caem.

O diâmetro dos ramos destes pés é muito reduzido e a formação de botões muito escassa. Os frutos são macios e ácidos apodrecendo no armazenamento.

O desenvolvimento é muito vagaroso, especialmente na primeira época da vegetação quando falta o fósforo. Mesmo no mi-

MILHO
(181)

Pontas com
rudimentos
de sementes
estéreis

lho, com raízes excepcionalmente fibrosas, que asseguram uma alimentação boa para a planta, em caso da difícil absorção de elementos, a deficiência de fósforo se mostra de modo bem visível. As espigas têm pontas imperfeitas com ausência de polinização e estéreis rudimentos de sementes.

As plantas novas têm tendência a apresentar as folhas e os colmos avermelhados ou até de um roxo-azulado-escuro.

Em caso de intensa deficiência em fósforo as plantas novas podem apresentar efeitos semelhantes aos causados pela falta em nitrogênio. Como o fósforo é necessário para a assimilação do azoto, os tecidos vegetais passam fome de nitrogênio, mesmo quando contém suficiente quantidade desse nutriente.

Neste caso, somente o teste, isto é, a análise química do tecido vegetal pode esclarecer do que se trata. No campo, esta forma de deficiência em fósforo pode ser facilmente confundida com a de azoto. A planta adulta apresenta as folhas inferiores purpuroadas.

Toda planta em crescimento precisa de uma reserva de fósforo inorgânico para construir as suas partes novas. O milho especialmente tem a capacidade de converter muito depressa fósforo inorgânico em orgânico. (Fig. 21, Prancha 3).

PESSE-
GUEIRO
(188)

A falta de fósforo é responsável por consideráveis perdas em todos os pessegais comerciais. Especialmente nos pés novos a deficiência desse elemento reduz-lhes o vigor e a resistência de tal maneira que se dão grandes perdas. Como o fósforo pode ser reutilizado na planta, os sintomas aparecem sempre primeiro nas folhas mais velhas. (Prancha 4).

Nas folhas estreitas e escuras, depois de uns dias frios, aparece uma pigmentação avermelhada, especialmente nos pecíolos e margens. Igualmente com esta descoloração bege ou até bronzeada, as folhas mais do alto assumem posição mais ereta do que a usual, enquanto as, um pouco mais abaixo, formam um ângulo de 90° com os galhos. As pontas e margens das folhas curvam para baixo.

Ao mesmo tempo, as folhas da base dos galhos, do ano então em curso, apresentam uma clorose irregular que progride para cima. As folhas básicas caem.

Observou-se em alguns casos que os pés perderam todas as folhas com exceção das que ficam nas pontas dos galhos.

REPÓLHO
(*Brassica oleracea*, var.
capitata)
(181)

Em todas as brassicáceas a deficiência em fósforo produz geralmente na face inferior da folha uma pigmentação purpúrea que é mais pronunciada perto das nervuras e das margens. (Fig. 22, Prancha 4). As folhas mais velhas amarelam, secam e caem.

Quando as raízes se desenvolvem mal, ficando muito pequenas e os caules são finos e raquíticos, pode-se ter como certo que há deficiência em fósforo.

SALSÃO
(*Apium graveolens*)
(170)

As folhas mostram manchas marrons depois da florescência. Desenvolvem-se poucas sementes.

SOJA
(*Glycine max.* (L.)
Merrill)
(181)

Também nesta planta o primeiro sintoma é uma pigmentação purpúrea na face inferior da folha e do pecíolo. A cor vermelha pode aparecer a princípio somente em manchas que abrangem mais tarde todo o limbo; por fim a própria nervura se torna purpúrea. Os caules são finos, altos e fibrosos; os folíolos estreitos e menores do que normalmente, com margens que se curvam para baixo. A planta só começa a produzir frutos muito tarde.

TOMATEIRO
(*Lycopersicum esculentum*)
(46)

Se as folhas inferiores secam, tornam-se pretas.

Aparece uma coloração verde-azulada com pigmentação roxa especialmente nas partes das folhas em que estas se curvam. As plantas são pequenas, finas, raquíticas com espigas pequenas e mal desenvolvidas. As folhas secam da ponta à base. Falta a perfilhagem. As raízes são muito mal desenvolvidas, finas e duras.

TRIGO
(132)

Por isso as plantas crescem muito devagar e a sua maturação se dá de 8 a 10 dias mais tarde que a das plantas abastecidas adequadamente com fosfato. A quebra no rendimento é considerável.

A deficiência em fósforo não é muito comum nos vinhedos, porque a adubação orgânica mobiliza bastante fosfato para a dieta vegetal. Em casos de deficiência, as folhas são duma cor mais escura, um pouco menores e mais estreitas que normalmente, e apresentam, de vez em quando, manchas um pouco cloróticas, ou avermelhadas, conforme a variedade. Os brotos são finos, pequenos e fracos. Poucas flores se formam. Os frutos amadurecem mal e são ácidos.

VIDEIRA
(63)

POTÁSSIO

DEFICIÊNCIA

Estoque de
potássio nas
plantas

O potássio é o mais poderoso catalisador de carboidratos, porém não utilizado para a estrutura dos tecidos vegetais.

Mas, as plantas costumam ter um estoque considerável de sais potássicos enquanto vivas, sais êsses que são lavados logo do tecido vegetal quando a planta morre e já migram de volta ao solo quando a planta amadurece.

Catalisador
potente

Podemos ter como certo que o potássio torna a planta mais resistentes às doenças (ataques bacterianos), ao frio, à seca e muitas vêzes a numerosas outras condições adversas, e que funciona como catalisador nos processos onde se forma açúcar de carbodióxido e água. Provavelmente êle atua como condensador para focalizar a energia solar até o ponto em que os dois componentes se combinam; $1/3$ entra no plasma celular.

Necessário para
safras de boa
qualidade

O potássio, quando em excesso no solo é absorvido em abundância pela planta. É sempre necessário para produzir safras de boa qualidade, porque tem íntimas relações com a produção de aminas, proteínas, açúcar e celulose na planta, porém não faz parte dessas composições. O potássio e o cálcio também têm conjuntamente, relação com a respiração dos vegetais, protegendo-os contra perdas excessivas de água em tempos secos.

Encrespamento
das folhas

Quando o potássio é deficiente na planta, o crescimento desta é bastante retardado. Em todos os casos, as folhas mais velhas, —

Página oposta:

Fig. 23 — Algodão. Quando falta o potássio, as folhas inferiores começam com uma clorose nas margens e pontas. Logo aparecem manchinhas necróticas espalhadas por todo o limbo. As margens e pontas das folhas tornam-se necróticas e caem. A desfolhação pode ser tão intensa, que o pé fica completamente nu. As cápsulas são pequenas e não abrem direito. A fibra é de péssima qualidade. 1 — Maçã normal, 2 — Maçã deficiente em potássio.

Fig. 29 — Fumo. Falta de potássio. As margens e pontas das folhas inferiores são cloróticas. O limbo curva-se para cima, devido à parada de crescimento das margens. Pontos cloróticos, depois vermelhos, com centro morto espalham-se por toda folha, que fica muito crêspa. As áreas mortas caem.



FIG. 23

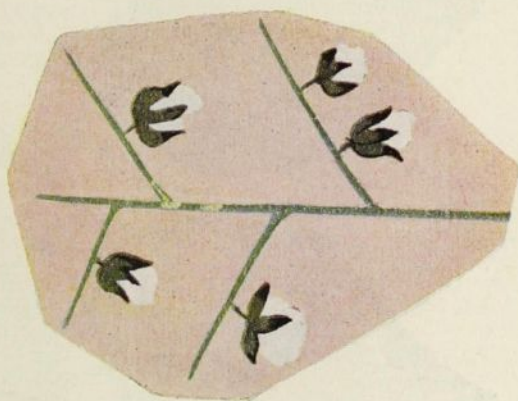


FIG. 29



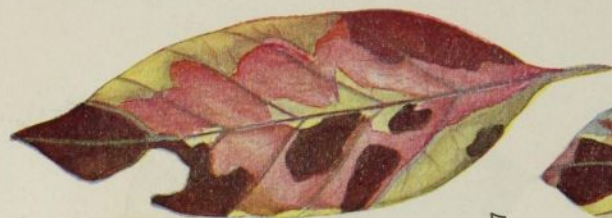


FIG. 27



FIG. 26



FIG. 35



FIG. 34



das quais o potássio foi transportado para os tecidos em formação, — apresentam uma clorose irregular, progredindo das pontas e margens para dentro e são sempre onduladas.

Clorose
irregular

Muitas vezes, as folhas ficam encrespadas. As manchas necróticas caem, dando à folha a aparência de ter sido rasgada. As folhas mortas não caem logo, permanecendo sempre por certo tempo penduradas na planta.

Folhas rasgadas

Os entrenós são curtos, dando aos vegetais uma aparência compacta. Infecções, especialmente de fungos, são muito comuns em culturas deficientes em potássio (por exemplo, a fitoftora na batatinha.) (24).

Infecções
bacterianas

As frutas são geralmente bastante pequenas e com pouco caldo. O número das mesmas, muitas vezes, é consideravelmente aumentado, porém são elas de péssima qualidade. (Fig. 23, Prancha 5). Elas amadurecem desigualmente e mal resistem aos danos pelo transporte, onde apodrecem com facilidade.

A capacidade do algodão em acumular cálcio e sintetizar ácidos orgânicos reduz o grau da absorção de carbodióxido e por isso intensifica a necessidade de assimilar potássio. Só assim a planta fica em condições de manter um abastecimento adequado em carbodióxido solúvel. Estes íons são altamente necessários na síntese determinante da produção da fibra.

ALGODÃO
(43, 37)

Por isso o algodão é uma planta que consome potássio em grau excepcionalmente elevado.

Página oposta:

Fig. 26 — Deficiência de potássio na batata-doce. As folhas tornam-se cloróticas, assumindo aspecto dourado. Logo aparecem manchas necróticas, especialmente nas margens e pontas das folhas, mas também em forma de pontos necróticos espalhados por toda o limbo. Somente na base a necrose é rara.

Fig. 27 — A clorose irregular das folhas, mais velhas, é o primeiro sinal da falta de potássio no café. Logo, áreas irregulares amarelas aparecem, especialmente nas pontas e margens, espalhando-se depois por todo o limbo. Estas áreas morrem logo e caem parcialmente. As folhas permanecem às vezes por muito tempo no pé.

Fig. 34 — Sucessiva necrose marginal em folhas de macieira, em consequência da falta de potássio. Primeiro, a costa das folhas apresenta uma pigmentação purpúrea. Estas áreas tornam-se mais tarde de um vermelho-vivo, progredindo esta descoloração entre a nervura. No caso duma época prolongada de chuvas, o vermelho-vivo muda para marrom. As primeiras folhas que manifestam esta deficiência são sempre as da parte média do galho do ano em curso.

Fig. 35 — Deficiência de potássio no pessegueiro. As folhas ficam extremamente crêspas com margens e pontas necróticas, que podem unir-se a outras áreas necróticas, excetuando-se sempre a base foliar.

A ferrugem do
algodoeiro

A deficiência em potássio, por essa razão, apresenta sintomas muito pronunciados no algodoeiro. O nome comum para designar o efeito da deficiência é "ferrugem" apesar de não ter nada em comum com a ferrugem causada pelos esporos de fungos.

O primeiro sintoma é constituído por manchas cloróticas irregulares nas pontas e margens das folhas. A folha torna-se verde-amarela e manchas branco-amareladas aparecem entre as nervuras. O centro destas manchas morre e numerosos pontinhos marrons — tecido morto — aparecem nas pontas e margens das folhas.

O tecido marrom cai, finalmente a folha inteira torna-se marrom, seca e cai prematuramente.

As "maças"
não abrem bem

Esta queda prematura das folhas é a causa de as maçãs não poderem desenvolver-se convenientemente, permanecendo muito pequenas e imaturas.

Muitas dessas maçãs deixam de abrir e a fibra é de péssima qualidade. (Prancha 5).

Potássio-
tetraborato
 $K_2B_4O_7$

Observa-se com freqüência a deficiência em potássio também nos solos que apresentam abundante adubação calcária. O uso crescente de cálcio determina o aumento da exigência em potássio. De outro lado, o potássio aumenta a solubilidade do boro e entra como potássio-tetraborato, altamente hidrossolúvel, na planta. A hidrossolubilidade do $K_2B_4O_7$ é cinco vezes maior do que a do ácido bórico e 85 vezes maior do que a do cálcio-metaborato.

O sódio

O sódio pode substituir perfeitamente o potássio na cultura de algodão, até a metade da quantidade requerida em potássio. O sódio tem também a capacidade de liberar ligações insolúveis de potássio, magnésio e fosfato. Em presença de potássio, o sódio é muito pouco absorvido pelo algodão, mas uma considerável redução do teor em cálcio nos tecidos vegetais pode ser observada. Porém, o potássio nunca pode ser substituído por completo no algodão e, quanto à nutrição, ele nem deve ser substituído quando não há necessidade. Especialmente a eficiência do potássio em manter solúveis os carboidratos e o boro é muito maior de que a do sódio.

Em todo caso, quando uma aplicação leve de sódio é feita, a proporção com o cálcio sempre deve ser de $1 : 2 = \text{cálcio} : \text{potássio} + \text{sódio}$.

AMENDOIM
(22)

As folhas velhas tornam-se um tanto cloróticas com manchas necróticas nas margens e ponta. Elas podem se juntar a áreas secas, que produzem um aspecto de queimado, circundado por

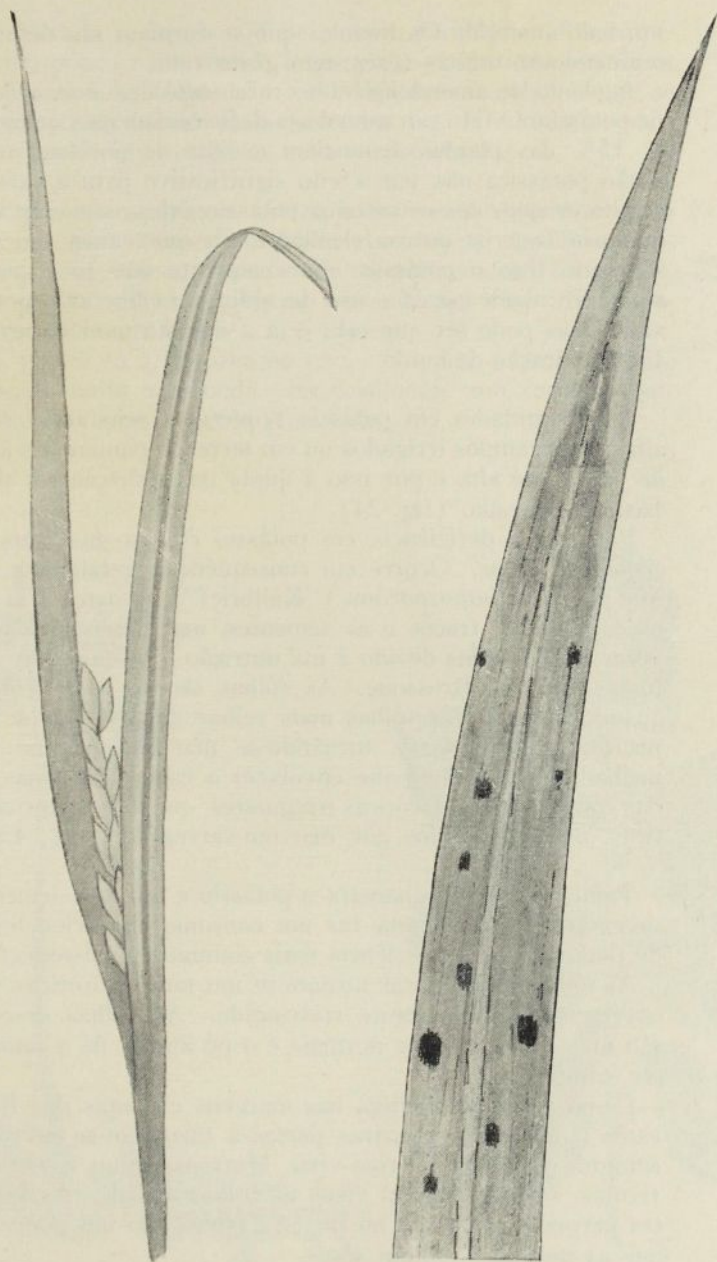


Fig. 24 — Todas as folhas, até as que envolvem o cacho, podem mostrar a deficiência em potássio no arroz. O típico é uma clorose das pontas e margens, seguida de necrose, e a descoloração marrom de manchas espalhadas. As folhas morrem.

um halo amarelo. Os nódulos que se formam são deformados e o amendoim, muitas vezes, tem gosto ruim.

A planta de amendoim muito raramente denuncia a deficiência de potássio. O fato estranho desta deficiência é que, quando menos de 15% das plantas denunciam a falta de potássio, uma adubação potássica não tem efeito significativo para a safra. Pode acontecer que, nesses casos o potássio esteja somente em desequilíbrio com os outros elementos ou que exista um fator no solo que fixe o potássio. Por enquanto não se experimentou ainda em maior escala o uso de sódio para liberar o potássio fixado, mas pode ser que esta seja a solução para o caso, se não fôr a aplicação de humo.

ARROZ
(132, 43)

As quantidades em potássio requeridas pelo arroz são muito altas. Em campos irrigados ou em terrenos pantanosos a lavagem de potássio é alta e por isso a quota da adubação em potássio é bastante elevada. (fig. 24).

Por isso a deficiência em potássio é uma das mais pronunciadas no arroz. Ocorre em consequência, geralmente, um ataque por *Helminthosporium* ("Kalibrief"). O arroz fica pequeno, os colmos são fracos e as sementes, mal desenvolvidas, muitas vezes, são chôchas devido a má nutrição. Assemelham-se os sintomas muito à Brussone. As folhas são de cor verde-azulado, quando novas. Nas folhas mais velhas desenvolvem-se manchas necróticas, irregulares, tornando-se marrom-castanho ou avermelhadas. As folhas que envolvem o cacho são finas, compridas com manchas cloróticas irregulares, que logo se tornam necróticas, assumindo uma cor marrom-carregado (132, 43).

BANANEIRA
(132)

Também para a bananeira o potássio é um dos elementos mais necessários. Essa planta faz um consumo excepcionalmente alto de potássio e sua deficiência mais comum é a desse elemento.

As folhas mais baixas tornam-se um tanto cloróticas, enquanto o crescimento é bastante restringido. As folhas desenvolvidas são mais curtas que as normais e o pé inteiro dá a impressão de ser compacto.

Como a clorose começa nas margens e pontas das folhas, são essas também as primeiras partes a tornarem-se necróticas, assumindo uma cor marrom-vivo. Morrem muitas e, em casos extremos, só permanecem vivas as folhas apicais. As folhas mortas permanecem ainda no pé. As frutas são um pouco menores que as normais e muito secas.

BATATINHA
(43, 181)

A planta da "batatinha" ou batata inglesa precisa de abastecimento contínuo de potássio para o seu desenvolvimento normal. Quando há deficiência em potássio, o crescimento é primeira-

mente moderado e depois completamente paralisado. Os entrenós são um pouco mais curtos, o que dá à planta uma aparência mais compacta. As folhas são reduzidas no tamanho, o que se atribui ao arranjo mais próximo dos lóbulos, os quais formam ângulos muito agudos com os pecíolos.

Os lóbulos assumem uma cor mais escura, são muito crespos e se curvam para baixo. As folhas tornam-se cloróticas, exibindo uma cor verde-amarelada e uma pigmentação bronzeada, que começa nas pontas e margens, afetando por fim o limbo inteiro, que finalmente morre. A folha cai.

Numa planta só a bronzeação não é tão visível, mas o efeito em massa é muito acentuado. Especialmente sob certas condições de luz, o campo aparece bronzeado.

Crêspa
Aspecto
bronzeado

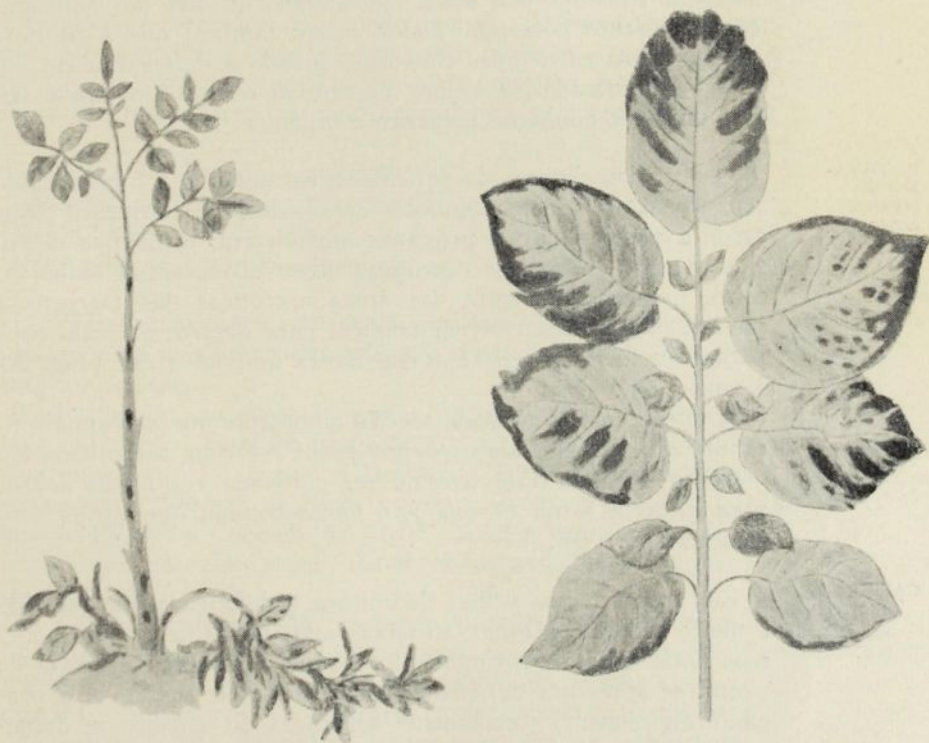


Fig. 25 — Quando o batatal apresenta aspecto bronzeado, o potássio é deficiente. Áreas necróticas, bronzeadas, aparecem nas pontas, nas margens e entre as nervuras das folhas. Pontos escuros marcam todo o caule. Muitos caules caem e os sobreviventes apresentam uma desfolhação intensa.

Fica só o feixe
apical

As folhas caem, até que resta somente o feixe apical. De longe, o campo parece ainda verde, de perto pode-se verificar que quase não tem mais folhas.

No decorrer dos efeitos da deficiência, também os pecíolos e caules são afetados, mostrando manchas escuras.

Os estolhos dos tubérculos são bem mais curtos do que normalmente e os tubérculos muito mal desenvolvidos, com a polpa azulando no ar quando cortada.

A deficiência de potássio aparece tanto em solos muito leves e arenosos, por causa da fácil lavagem dos elementos nutritivos, como nos solos pesados, argilosos, os quais retêm o potássio em complexos insolúveis.

Esta deficiência é mais pronunciada em tempos chuvosos e pode melhorar em tempos secos. As plantas muito enfraquecidas pela deficiência em potássio são também suscetíveis às infecções pelos fungos, como, por exemplo, pela fitoftora. Geralmente a fitoftora não ataca os batatais, quando são adubados com suficiente potássio. Todos sabem também que a fitoftora só é perigosa em tempos chuvosos, quando a deficiência em potássio é acentuada. O melhor preventivo contra fitoftora é por isso uma boa adubação potássica e orgânica.

BATATA-
DOCE
(*Ipomoea*
batatas)
(44)

O primeiro sintoma da deficiência em potássio é o constituído por folhas irregulares pintadas com manchas cloróticas. Mais tarde a ponta e partes próximas amarelecem, tornam-se necróticas e caem. Manchas necróticas desenvolvem-se no limbo inteiro, independentemente das áreas necróticas das margens e pontas, que se desenvolvem também para dentro, o tecido copa para baixo. Mais tarde a folha inteira murcha e cai. (Fig. 26, Prancha 6).

A queda das folhas pode ser tão abundante que os batatais ficam muito desfolhados e só produzem colheitas insignificantes.

Como a batata-doce tem de ser cultivada em terras ácidas, para evitar a sarna ("scab"), é muito comum que várias deficiências apareçam.

CAFEIEIRO
(132, 48)

Em nossas terras velhas de cultura a deficiência em potássio é muito comum. Mesmo em terras mais novas de cultura podemos notar o fato. No momento em que o potássio da dieta da planta se apresenta deficiente, o café torna-se suscetível a pragas e moléstias. Especialmente as pragas do cafeeiro se desenvolvem com grande rapidez em cafézais deficientes em potássio.

Como o café é muito exigente em potássio, a maioria dos cafeeiros considera a deficiência neste elemento uma "particularidade" do cafeeiro.

Os primeiros sintomas são o crescimento um pouco retardado e a queda anormal das folhas em tempos úmidos, especialmente na época da florescência.

Queda das
folhas na época
da florescência

As folhas das ramas novas são um pouco menores e um tanto cloróticas. Os brotos têm tendência a cair antes de enlenhar. A redução do crescimento é bastante pronunciada.

As folhas velhas e maduras, no pau do ano anterior e as da base dos brotos do ano em curso, tornam-se mais cloróticas. Manchas irregulares, amarelas, aparecem, começando geralmente na ponta e nas margens, progredindo para o interior e à base da folha. As áreas desbotadas, acentuadamente amarelas, tornam-se marrons e morrem, caindo facilmente. (Fig. 27, Prancha 6). Existe a tendência de formar raízes adventícias.

Fora da época de florescência as folhas permanecem, às vezes, por muito tempo no pé, quando o tempo for seco. Em tempos chuvosos a desfolhação pode ser muito séria.

Também na cultura da cana a falta de potássio é bem conhecida.

O potássio é necessário no período de maior desenvolvimento da cana. Nessa época, a cana absorve muito potássio e todos sabem que a cana é um dos vegetais que mais consome potássio. Calcula-se que numa terra boa para cana devem-se encontrar:

CANA-DE-
AÇÚCAR
74, 106,
107, 132)

40kg/ha de nitrogênio nítrico,
20kg/ha de nitrogênio amoniado,
100kg/ha de fósforo solúvel,
150 kg/ha de potássio solúvel.

O potássio não torna somente a cana resistente a muitas doenças e à seca mas aumenta também a riqueza do caldo, o que é muito importante.

"Doença de
Fichi"

Especialmente em solos irrigados o potássio se torna facilmente deficiente. Também isso acontece em solos mal drenados, encontrando-se nêles o que é conhecido entre os cultivadores de cana como "doença de Fichi", porque apareceu primeiro nas Ilhas de Fichi. A "doença de Fichi" deixa a cana sem folhas, com exceção do feixe apical, dando ao canavial uma aparência muito estranha.

As folhas deficientes são primeiramente de cor verde-escuro.

A deficiência anuncia-se primeiro nas pontas e nas margens pegadas às pontas. Aí, o tecido vai amarelando e mais tarde se torna marrom e morre. Das margens, a deficiência progride para o interior da folha. Pontinhos verdes aparecem no tecido entre as nervuras.

Manchas
vermelhas na
veia principal

Mas o típico da deficiência em potássio são as manchas vermelho-vivo na nervura principal. Mesmo que uma folha morra completamente, por essas manchas pode-se reconhecer ainda se

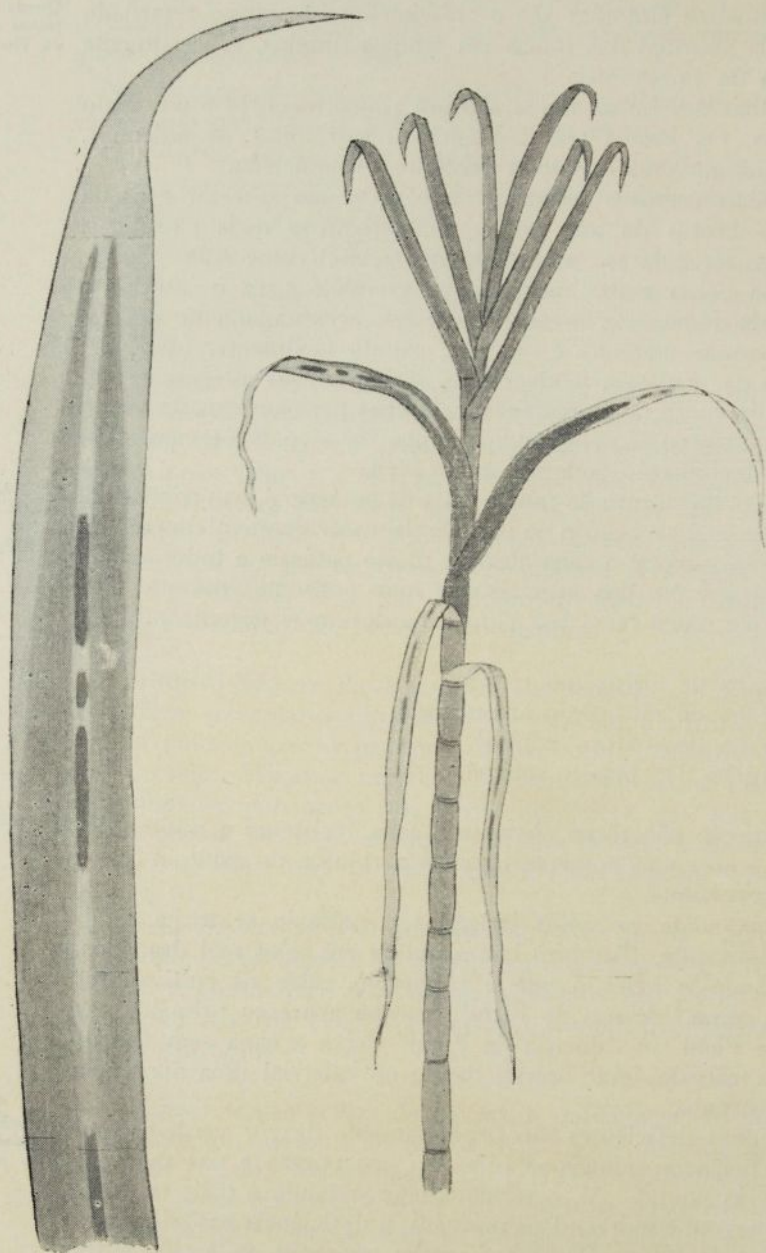


Fig. 28 — Fora da necrose das pontas e margens, no caso da deficiência em potássio, as manchas de um vermelho-vivo na nervura principal são o sintoma mais característico. Ocasiona uma desfolhação forte que pode ir até o feixe apical.

morreu por causa da deficiência em potássio ou não. As folhas mortas ainda ficam algum tempo penduradas na planta antes de cair. Em casos de severa deficiência em potássio, as canas ficam desfolhadas até o feixe apical.

As canas deficientes em potássio são muito finas e duras e os gomos são curtíssimos. Dêsse modo, a fibrosidade da cana aumenta consideravelmente, como a cêra na casca de cana, que pode constituir seria preocupação aos usineiros, porque dificulta consideravelmente os trabalhos no clarificador.

Porém não há ainda sinal nenhum de que a pureza esteja baixando por isso. Mas temos a prova contrária nos casos duma adubação excessiva em potássio, pois a cana atinge muito mais cedo do que as outras um "brix" alto. Também não alcança até setembro uma pureza mais alta do que as canas com uma dieta suficiente, porém normal, de potássio. A única vantagem é somente a de que já no início do corte se tem cana com boa pureza, se esta questão não foi regulada pelas variedades de diferente precocidade.

O "brix"

Nas cebolas não se verifica sempre a paralisação ou retardamento do crescimento quando falta o potássio. Na maioria dos casos o crescimento é mais ou menos normal. Mas depois, as pontas das folhas mais velhas se tornam amarelo-cinzentas e até amarelo-esbranquiçadas; e essa descoloração progride para baixo até que as folhas murchem. As áreas murchas exibem textura fina como seda, e tornam-se um tanto enrugadas, como papel crepom.

CEBOLA
(167)

Folhas mais velhas, um pouco cloróticas, tornam-se pardas quando secam. As raízes são finas e pontudas.

CENOURA
(*Daucus carota*)
(180)

Na couve-flor aparece já na primeira fase da vida vegetativa a deficiência em potássio. As margens das folhas bronzeiam e pontinhos marrons se espalham no limbo inteiro.

COUVE-
FLOR
(180)

As manchas bronzeadas, um pouco pigmentadas com cor vermelha, tornam-se mais tarde manchas aguadas, de cor parda-centa e exalam mau cheiro.

O fumo requer grandes quantidades de potássio e sofre muito facilmente da deficiência deste elemento. É o que pode parecer consumo luxuriante, do ponto de vista da safra, é de fato necessário para produzir uma safra de alta qualidade.

FUMO
(4, 43, 98,
(180))

Assim sendo, não notamos qualquer sintoma de deficiência, apesar de a qualidade do fumo já estar bem inferior, quando não há potássio em abundância.

"Doença de
fogo bravo"

A deficiência em potássio foi denominada "wild fire sickness", isto é, "doença de fogo bravo", por causa das manchas vermelhas que destroem o tecido como se fôsem fogo e que sempre apresentam também um ataque microbiano.

Aparência
enferrujada

As folhas mais velhas apresentam primeiro uma clorose marginal e pontinhos em todo o limbo, pontinhos êsses que mais tarde assumem côr vermelho-vivo com centros mortos. As folhas encrespam fortemente. Todos os pontinhos morrem e a área do tecido morto se alarga, até que êles se reúnem. A planta inteira assume a aparência de estar enferrujada. As suas partes, ainda verdes, são de verde-escuro e mesmo verde-azulado. As áreas mortas caem, dando à folha o aspecto de estar rasgada.

Antes que apareçam os pontos mortos o tecido foliar se curva um pouco para cima, atribuindo-se isso ao fato de parar o crescimento das margens cloróticas, enquanto progride o das demais partes da folha. Mais tarde a folha inteira fica muito crêspa, mas poucas são as folhas que caem. A planta inteira fica logo manchada, salvo os botões, que conservam um aspecto mais ou menos normal, porque o potássio é removido dos tecidos mais velhos para êles, a fim de salvá-los. (Fig. 29, Prancha 5).

Diminui a
resistência

A deficiência em potássio pode ser observada desde as plântulas mais novas até as mais velhas. Em casos da deficiência dêsse elemento a planta não resiste aos ataques bacterianos que causam manchas nas folhas, manchas das quais resulta o colapso total do tecido foliar.

O potássio, em todo caso, ajuda a manter a força e o vigor da planta. Nas folhas secas a deficiência de potássio produz rasgões e as torna de péssima qualidade; falta-lhes aroma, elasticidade e capacidade de manter o fogo.

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS
43)

O primeiro sintoma é a queda excessiva de folhas no tempo da florescência. Quando a deficiência está se tornando mais acentuada, aparecem a deformação das folhas que copam e arcam para cima e para baixo, devido ao parado crescimento das nervuras principais — falta de boro, que não existe mais em formas disponíveis, por causa da falta de um meio dissolvente — e uma clorose progressiva. Os galhos novos são muito fracos e implantados sem muita firmeza. As folhas dêstes galhos são pequenas. Em muitos casos aparece associada à deficiência em cobre, manifestada pelas impregnações resinosas nas folhas e cascas. O crescimento quase se paralisa, especialmente nas copas dos pés mais velhos, com a tendência de derrubar os galhos novos antes de enlenhar.

Observa-se igualmente uma crescente susceptibilidade ao frio e à seca.

As frutas são muito numerosas, mas pequenas, com menos acidez, menos suco e menos vitamina C do que normalmente. Os limões e laranjas são muito pequenos, cloróticos, com casca grossa e pouco suco. Existe também a tendência de derrubar as frutas — até dois terços — prematuramente.

Esta deficiência é a mais facilmente reconhecível de todas, por que os sintomas são os mais pronunciados.

Estabeleceu-se que, nos casos em que a proporção de cálcio-potássio ultrapassou a relação 4 : 12, a safra decaiu. Mas somente quando a relação se aproximou 8 : 12 (cálcio-potássio)

LEGUMI-
NOSAS
(181, 43,
53)

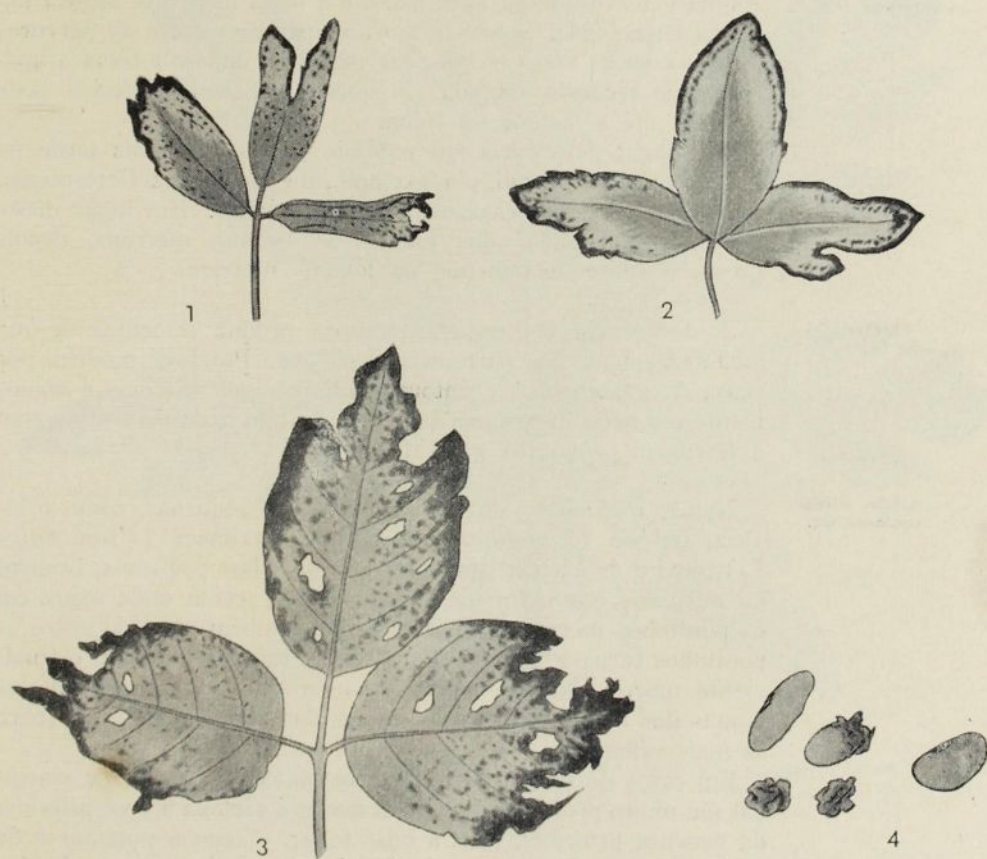


Fig. 30 — As folhas de leguminosas com semente grande, como feijão comum, soja, crotalária, mucuna, etc. parecem enferrujadas e rasgadas, com péssimo aspecto. As sementes são muitas vezes chôchas. Alfafa, trifólio, etc. mostram pontinhos vermelhos ou brancos nas pontas e margens cloróticas. Geralmente só a base foliar permanece verde.

apareceram as manifestações de deficiência, (proporção normal cálcio-potássio = 1 : 2). Mas isto é somente no caso em que a deficiência de potássio foi provocada pelo desequilíbrio no "compound" causado pela sobrecolagem.

Feijoeiro
comum, soja,
crotolária,
feijão de
porco, etc.
(*Phaseolus*
vulgaris
Glycine max.
(L.) Merrill,
Crotalaria
tweediana
Canavalia ensi-
formes D.C.)
etc.

As leguminosas com folhas largas, como o feijão comum, crotolária, feijão de soja, etc. denunciam logo a falta de potássio com manchas cloróticas até brancas, irregulares nas pontas e margens. Em pouco tempo essas manchas juntam-se, formando margens irregularmente amarelas.

Morrem logo em seguida as áreas cloróticas nas pontas e margens das folhas, mas quase nunca é atacada a base foliar. As margens curvam-se para baixo e a folha inteira se mostra um pouco encrespada. Manchas mortas aparecem entre as nervuras e caem com as áreas mortas nas margens, dando à folha a aparência de ter sido rasgada. A queda marginal do tecido pode alcançar até a metade da folha.

Quando a deficiência em potássio só aparece mais tarde na época vegetativa, como, por exemplo, no período da florescência, é difícil aparecerem essas condições cloróticas. Em lugar disso, somente os pecíolos dos lóbulos se tornam marrons, depois pretos e conseqüentemente, os lóbulos morrem.

"Ferrugem"
do feijão

A deficiência em potássio sempre produz sementes de má qualidade. Uma boa parte delas é chôcha. Por isso, também por causa da aparência dos sintomas foliares, esta carência é comumente chamada "ferrugem", porém não tem nada de comum com a ferrugem provocada pelos fungos.

Alfafa, trifólio,
ervilhaca, etc.

Nas leguminosas com folhas estreitas e pequenas, como o alfafa, trifólio (*Trifolium incarnatum*), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), etc., a deficiência aparece com pontinhos pequenos, brancos ou amarelos nas margens das folhas. O tecido onde aparecem os pontinhos morre logo. Mais tarde, também o tecido entre os pontinhos torna-se clorótico, amarelece, torna-se marrom e finalmente morre. Nestas leguminosas os sintomas progridem das pontas dos brotos para baixo, isto é, das folhas mais novas para as mais velhas.

Em casos de severa deficiência os sintomas da clorose marginal são muito pronunciados. Mas nunca é afetada a área próxima da nervura principal, nem a base foliar. Como o potássio é de muito fácil movimentação dentro da planta, é transportado dos tecidos mais velhos para os mais novos.

O segundo ou
terceiro corte
afetado

Cortando-se várias vezes a alfafa, a deficiência em potássio pode aparecer depois do segundo ou terceiro corte, sem ter dado



Fig. 31 — A clorose das pontas dos lóbulos indica no mamão a deficiência em potássio. Logo se espalham pontinhos necróticos por toda a fôlha, com exceção da base. As áreas necróticas caem.

nenhum sinal de existir antes disso. Os alfafais podem existir vários anos com bons rendimentos quando são devidamente tratados e adubados com potássio; do contrário, perecerão na primeira seca. O inço nos alfafais, em muitos casos, pode não

constituir senão sinal de fome, pois não é vencido pela alfafa, quando este é mal nutrido.

Uma safra de 3 toneladas de alfafa, por exemplo, remove 73 kg/ha de potássio ou mais ou menos 180 kg/ha de cloreto de potássio a 42%.

LINHO
(182)

Planta pequena e compacta, com necrose nas pontas das folhas velhas. Desenvolve poucas flores e ramos (182).

MAMOEIRO
(*Carica papaya*)
(132)

Como as melancias e abóboras, também o mamão precisa de bastante potássio para formar as suas frutas, verdadeiros depósito desse elemento; é comum a falta desse elemento nessas culturas.

Começa nas folhas inferiores uma clorose nas pontas dos lóbulos. Formam-se também manchinhas cloróticas, espalhadas por toda a folha, com exceção da base. Estas áreas cloróticas tornam-se necróticas e caem logo, dando à folha uma aparência de ter sido rasgada.

Logo a folha inteira cai. Em tempos úmidos, dá-se uma intensa desfolhação da planta. Em épocas secas, as folhas podem ficar penduradas ainda por muito tempo no pé antes de cair.

O mamoeiro deficiente em potássio é sempre sobrecarregado de frutas, que permanecem pequenas. Nenhuma delas alcança o tamanho normal e todas são pouco sucosas.

A carga enorme de frutas pequenas é sinal típico da deficiência em potássio. Não é raro também que em bom número as frutas se apresentem deformadas.

**MELANCIA,
PEPINO
E OUTRAS
CUCURBITACEAS**
(43)

Eis o característico da deficiência: ficam bronzeadas as margens das folhas, que ostentam uma cor verde-azulado e que logo morrem. Manchas bronzeadas aparecem na folha inteira entre as nervuras. As folhas velhas morrem. As folhas novas são mais ou menos fortemente encrespadas.

**Frutas inchadas
na parte que
fica do lado da
flor**

O característico nas frutas é que a parte que fica do lado da flor é muito inchada, parecendo às vezes, um balão com cabo.

A deficiência em potássio é muito comum em todas as cucurbitáceas porque a melancia, pepino, abóbora, melão até o chuchu são plantas cujo consumo em potássio é muito alto. As frutas podem ser consideradas verdadeiros "depósitos" de potássio, devido ao fato de que as sementes e plantinhas novas destas espécies precisam de um ambiente muito rico em nitrogênio e potássio para o seu desenvolvimento normal.



Fig. 32 — As folhas ficam bronzeadas: margens necróticas com manchas bronzeadas no limbo, a folha inteira, um tanto clorótica, com nervura menos clorótica. As frutas são muito inchadas na parte que fica do lado da flor.

É do conhecimento geral que o potássio está em íntimas relações com a produção de açúcar, aminas, celulose e proteínas nas plantas, mas não entra na composição de qualquer "compound" orgânico. O potássio é necessário para o crescimento das células vegetais e tem influência na respiração. Contribui para a proteção das plantas contra a excessiva perda de água em tempos secos, tornando-as também resistentes ao frio.

MILHO
(37, 43,
182)

No milho o potássio é necessário desde a germinação até a maturação da planta, e plantas saudáveis de milho sempre contêm considerável quantidade de potássio no seu tecido, seja nos brotinhos novos, seja na planta madura. Por isso os sintomas de deficiência podem aparecer tanto nas plantinhas recém-germinadas como nas plantas velhas.

Nas plantinhas novas o crescimento é retardado e as folhas são de cor verde-amarelo e até amarelas. As pontas e margens tornam-se necróticas, morrendo logo. Em casos de moderada deficiência o crescimento é um tanto deprimido, e os sintomas das folhas só aparecem numa idade um pouco mais avançada.

Nas plantas
novas

Nas plantas mais velhas, logicamente, nota-se a necessidade crescente em potássio. Sintomas como os das folhas novas aparecem. Pior ainda é que os gomos deixam de se desenvolver convenientemente. As plantas são fracas, as folhas atacadas

Nas plantas
adultas

morrem, sobrando somente estreitas áreas vivas perto da nervura principal. (Fig. 33, Prancha 8).

Nas espigas

As espigas são de muito pouco valor nutritivo e, em casos graves, o milho não vale muito mais que a palha na nutrição de animais. As pontas das espigas são chôchas. As sementes são paupérrimas em proteínas, contendo somente fécula; e são facilmente carunchadas. As sementes da ponta são granuladas, mas os grãos não são graúdos e só têm casca, que é de cor branca.

MACIEIRA
(*Malus sylvestris*)
(181)

Aparecem áreas de cor vermelho-vivo nas margens e também entre as nervuras secundárias. (Fig. 34, Prancha 6). Estas manchas aumentam, ainda, quando o pé estiver provido normalmente de potássio. As folhas afetadas racham nas áreas necróticas. Nas pontas dos galhos encontramos folhas secas que por muito tempo — em épocas secas — permanecem no pé. As folhas novas que se desenvolvem, durante uma dieta carente em potássio, são menores, mais curtas e têm a aparência arredondada. Os frutos são pequenos e pálidos.

NABO,
RABANETE,
(*Brassica rabus*,
Raphanus
sativus, var.
capitata)
(63, 180)

As folhas apresentam no centro um verde-escuro, enquanto as pontas e margens são cloróticas, bronzeando-se com o tempo. Em casos extremos, as folhas mais velhas amarelam e bronzeiam por completo. As folhas são grossas como couro e as raízes são muito mal desenvolvidas, pouco bulbosas e muito pontudas.

PESSE-
GUEIRO

Os pessegueiros requerem potássio em quantidade relativamente alta.

A deficiência em potássio pode existir em todos os solos, sejam ácidos ou neutros, arenosos ou pesados.

O primeiro sintoma é o forte encrespamento das folhas no meio das ramas anuais, muitas vezes ainda atribuído a um vírus transmitido pelo pulgão. (Fig. 35, Prancha 6).

Encrespamento
forte das
folhas

O encrespamento é causado pelo crescimento desigual do tecido, em parte clorótico, em parte não. Com a intensificação da deficiência o encrespamento também é intensificado, às vezes tomando conta do pé inteiro. Muitas vezes esse sintoma é acompanhado do enrolamento das folhas, especialmente quando há uma época seca.

As folhas
enrolam

Esse enrolamento causado pela falta de potássio não deve ser confundido com o que é causado pela deficiência de cálcio. Quando as folhas enrolam por causa da falta de cálcio, nunca são igualmente encrespadas, como são quando falta potássio. Enrolam as folhas também quando as raízes são "cinturadas"

e depois de uma geadada, etc. mas também neste caso nunca encrespam.

O enrolamento é nada mais que um meio de prevenção contra a respiração excessiva. Sabemos todos que pessegueiros deficientes em potássio estão extremamente sujeitos à murcha.

Simultaneamente com o encrespamento, os pessegueiros podem apresentar também sintomas de deficiência em nitrogênio, porque quando falta o potássio a absorção do nitrogênio é restringida. As pontas dos galhos têm tendência a ficarem muito eretas, enquanto as folhas amarelecem. Estes sintomas são mais pronunciados em variedades de polpa amarela do que nas de polpa branca. Mais tarde, desenvolvem-se áreas aguadas, depois

Igualmente
sintomas da
falta de
azoto



Fig. 36 — Quando há deficiência em potássio, as margens das folhas inferiores pigmentam-se de roxo, mais tarde essas áreas tornam-se necróticas, morrendo o tecido e exalando mau cheiro. Manchas necróticas se espalham por todo o limbo foliar, exceto na base.

necróticas, nas folhas mais velhas, as quais se alargam muito rapidamente.

Folhas furadas

As áreas necróticas são geralmente limitadas por linhas bem definidas, as quais são muitas vezes roxas. A queda das áreas necróticas faz com que as folhas fiquem furadas.

Geralmente os sintomas aumentam durante o período vegetativo. As folhas acometidas, ao contrário do que se dá com a deficiência em nitrogênio ou fosfato continuam nos galhos por muito tempo, mas caem sempre prematuramente antes da queda das outras folhas.

Muito sérias são as consequências para as frutas, porque já em casos moderados acontece não se desenvolver uma única, pois as flores caem todas.

Planta-teste

Em nosso país, a cultura de pessegueiros não é de tanta importância fora da zona de Pelotas/RGS, mas o importante é que o pessegueiro indica muito cedo a deficiência em potássio,



Fig. 37 — Manchas necróticas irregulares, que se unem a áreas branqueadas e progridem das margens para dentro da folha, são o primeiro sintoma. As folhas são bastante crêspas. O verso das folhas é, muitas vezes, amarelo, exibindo nervura vermelha. As frutas deformadas amadurecem desigualmente, formando cavernas na polpa dura.

bem antes do plantio das nossas outras culturas. E por isso é pode servir como planta teste em nossas terras de cultura, advertindo em tempo o agricultor, a fim de que adube a sua terra com potássio, antes de plantar, por exemplo batatinhas, algodão, fumo ou outras culturas. Temos no pessegueiro o melhor indicador da fertilidade das nossas terras e por isso vale a pena plantá-lo nas beiras dos nossos campos, para que sempre saibamos o que as nossas culturas necessitam.

Observamos primeiro uma pigmentação roxa nas margens das costas das folhas, pigmentação essa que progride entre as nervuras. Mais tarde essa pigmentação se torna bronzeada ou parda. Manchas necróticas espalham-se no limbo inteiro, exceto na base da folha. As cabeças são pequenas e soltas. (fig. 36).

REPOLHO

Folhas novas crescam, mas são de verde-escuro. Desenvolvem-se orlas necróticas de marrom-escuro nos lóbulos e caules. Raízes pequenas e fibrosas.

SALSA
(*Apicum graveolis*)
(43)

As plantas têm um crescimento muito vagaroso, são fracas e medram muito pouco. Os lóbulos novos começam a encrespar, enquanto as folhas mais velhas assumem uma cor acinzentada, amarelecendo depois nas margens. Esta clorose espalha-se para o interior das folhas, produzindo uma cor bronzeada, acompanhada de manchas claras entre as nervuras. As áreas afetadas desenvolvem uma viva cor de laranja e são muito quebradiças. Depois as folhas tornam-se marrons e morrem.

TOMATEIRO
(43, 46)

Os caules são muito fibrosos. As raízes são fracas, mal desenvolvidas e muitas vezes escuras.

Os frutos amadurecem desigualmente e acusam falta de firmeza. (fig. 37).

Como também nas outras gramíneas, quando o potássio é deficiente, a clorose se desenvolve primeiro nas pontas e margens das folhas, que ostentam uma cor verde-escuro.

TRIGO
(181, 132)

Estas áreas cloróticas amarelecem, tornam-se necróticas e morrem.

Como a necrose progride das pontas para a base das folhas, as folhas inteiras perecem. A folha que envolve a espiga é retorcida.

Os colmos são muito fracos e as espigas formadas são pequenas e mal desenvolvidas. As sementes muitas vezes, em casos graves, são chôchas, como se o trigo tivesse ferrugem, ou são estéreis.



Fig. 38 — As folhas apresentam a ponta e margens necróticas. A ponta morre e enrola-se. Na cevada as pontas amarelas das folhas, que exibem grande número de pontinhos vermelhos, são proeminentes, no caso da deficiência em potássio.

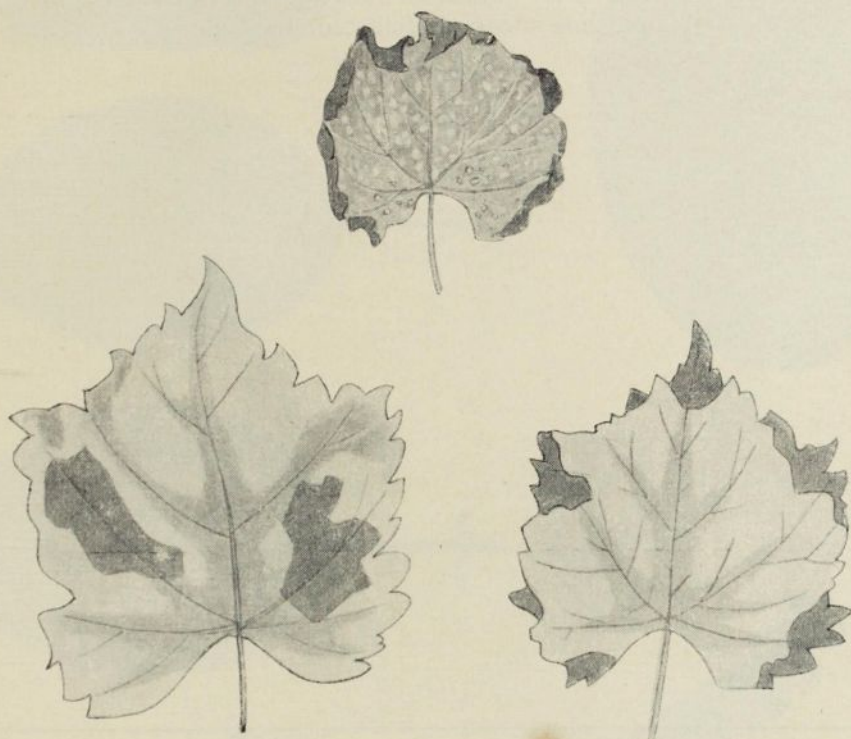


Fig. 39 — As folhas muitas vezes pequenas e deformadas exibem uma clorose irregular, quando falta o potássio nas videiras. — Logo as áreas cloróticas mudam para uma cor vermelho-vivo.

Em diversas variedades de trigo, mas especialmente nas de cevada, desenvolvem-se, além da clorose, pontinhos vermelhos e marrons no limbo foliar. Um diagnóstico no campo é às vezes muito difícil, porque na cevada nem sempre podemos distinguir com certeza as diversas deficiências. Se não existirem plantas-teste ou outros indícios para afirmar uma deficiência, é aconselhável fazer a análise química das folhas. (fig. 38).

Cevada
(*Hordeum
vulgare*)

Também nas videiras o sintoma mais acentuado no caso da deficiência em potássio é a clorose marginal e intervenal. Quando a carência é mais pronunciada, manchas necróticas se de-

VIDEIRA
(*Vitis vinifera*)
(43)

senvolvem, exibindo uma cor vermelho-vivo, nas variedades vermelhas, e de verde-pálido nas variedades brancas. Igualmente as folhas se encrespam levemente, sendo afetadas sempre primeiro as das partes médias do galho do ano em curso.

Há sempre uma intensa desfolhação. Os frutos são secos e pequenos.

Página oposta:

Fig. 3 — Clorose da nervura de folhas causada pelos danos radiculares.

Fig. 42 — Banana-maçã. A folha do meio fica muitas vezes deformada e branca quando há falta de cálcio. As pontas das folhas caem. Partes requeimadas aparecem nas folhas velhas. O cacho é estéril na maior parte.

Fig. 49 — Deficiência de cálcio na macieira. As folhas desenvolvem áreas necróticas que depois de morrer formam uma cor marrom-vivo. Geralmente as margens estão mortas. Em vários casos os nervos morrem primeiro, apresentando uma descoloração escura.

Página seguinte:

Fig. 33 — As folhas cloróticas, com margens e pontas necróticas são características da deficiência em potássio no milho. As espigas têm pontas granuladas, mas apenas com sementes inteiramente chôchas, de cor branca.

Fig. 53 — No pessegueiro, as folhas dos pés novos enrolam-se, murcham, e apresentam pontas mortas quando falta o cálcio. Em pés mais velhos, uma clorose pronunciada aparece, com as nervuras pigmentadas de vermelho. Verifica-se extremo "dieback".

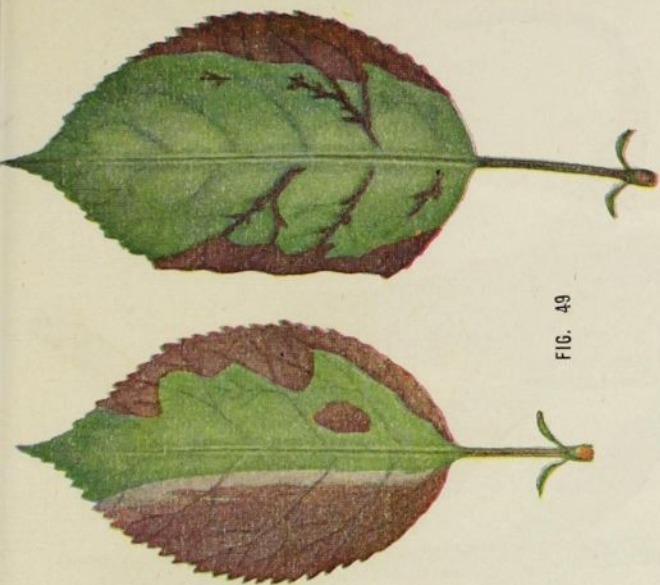


FIG. 49



FIG. 42



FIG. 3



FIG. 33



FIG. 53

CÁLCIO

O cálcio é um elemento fundamental no metabolismo vegetal. Acumula-se principalmente nos caules e nervuras.

No solo está facilmente sujeito a lixiviação, especialmente em forma de bicarbonato. Age nos solos como regulador da absorção dos elementos menores e na planta como seletor e neutralizador dos ácidos e tóxicos, funcionando como um verdadeiro filtro nas paredes citoplasmáticas.

As plantas não possuem seletividade na absorção do cálcio, sendo obrigadas a assimilá-lo, o que provoca em plantas acidófilas, sérios distúrbios metabólicos.

É um engano fundamental admitir que o cálcio, como nutriente, exista entre nós em quantidades suficientes no solo, e que somente é deficiente como corretivo do pH. Tanto em zonas áridas, com pH alto, como em zonas úmidas com pH baixo, encontramos freqüentemente plantas com pronunciada deficiência em cálcio, por ser inaproveitável o estoque deste nutriente no solo.

O cálcio é um nutriente indispensável para todos vegetais, mesmo para os "calcíofobos" extremamente acidófilos, como, por exemplo, a seringueira ou jabuticabeira. Quanto a estes faltam completamente o cálcio, eles morrem, com todos sinais da sua deficiência.

A autólise por deficiência de cálcio provoca sintomas típicos (23), sendo os tecidos internos os primeiros a serem atacados. O lugar da deficiência depende da espécie da planta e da época em que aparece.

Como o cálcio faz parte da membrana citoplasmática, na sua deficiência as membranas celulares ficam inchadas e amolecidas. As células se desprendem umas das outras e se dissolvem. Uma massa marrom enche os espaços intercelulares. A deficiência sempre se inicia perto dos vasos condutores, que, porém, são os últimos a se desfazerem. Mas, escurecem as veias, cheias de uma massa marrom, que finalmente entope. BUSSLER chama esta deficiência, por isso, a de "veias marrons" (Braunadrigkeit). Os pecíolos e caules mais novos, quando têm os seus condutores entupidos, murcham e se dobram, o que deu a este sintoma o nome de "Stengelknicken" isto é, "dobra dos caules".

Lixiviação

Filtro e
neutralizador

Cálcio como
nutriente

Autólise
deficitária

Nervura
marrom
pecíolos
murcham

Excreções
açucaradas,
"fumeгаções"

Em muitas plantas aparecem excreções açucaradas de todo tecido, que sempre origina um ataque secundário como, por exemplo, na "fumeгаção" das laranjeiras.

Nos pomares, (118) os pés deficientes mostram muitas vѐzes, nos ápices dos galhos, uma clorose devido a igual deficiência de Fe e Mn. Mas também em outras culturas dominam, muitas vѐzes, outras deficiências, os sintomas da carência de cálcio (182).

Podridão
dos botões

Apodrecem as pontas dos botões, antes de abrir, descolorem-se escuras as veias, murcham os pecíolos em plantas não lenhosas, enquanto em galhos lenhosos morrem as pontas que originam o tão famoso "Dieback" (morte de cima para baixo) das árvores. As fôlhas novas muitas vѐzes se enrolam, são um pouco cloróticas e ficam deformadas por causa de uma necrose marginal.

"Dieback"
Fôlhas
enroladas

Infecções
secundárias

Freqüentemente morre o ponto vegetativo do galho ou da planta. Não é raro que infecções secundárias façam confundir a deficiência de cálcio. Assim, por exemplo, (24) o Y-virus das batatinhas, as veias pretas do repólho, a *Pernospora* da parreira e a *Botrytis* da alface se desenvolvem somente em vegetais que primeiro sofrem de deficiência em Ca.

Liquificação
de frutos

A "liquificação" de tomates e outros frutos, que são por fora aparentemente sãos (5) e que amadurecem prematuramente, é provocada pela deficiência de Ca.

Margens
foliares
requemadas

Plantas muito calcióforas, que sofrem de falta de Ca, ostentam uma clorose marginal, muito limitada, nas fôlhas apicais (181).

Se aparece a deficiência de Mg simultaneamente com a de Ca, uma adubação com Mg acarreta efeitos tóxicos deste nutriente (181).

Morte do ponto
vegetativo

Geralmente, a deficiência em cálcio produz plantas relativamente grandes, com muito poucos botões e menos frutas ainda, por causa de esterilidade das flôres. O cálcio é essencial para o crescimento vegetal e a sua deficiência afeta seriamente em muitos casos os pontos vegetativos, causando a deformação das fôlhas, sua necrose e até a morte do ponto de crescimento.

Raízes bulbosas

As raízes são igualmente afetadas, aparecendo bulbosas, tufoas, curtas e cheias de áreas mortas.

Nunca devemos confundir a ação do cálcio na vida da planta com a do pó calcário, com ação principalmente no solo e na reação do solo. Tanto os solos ácidos como os solos alcalinos

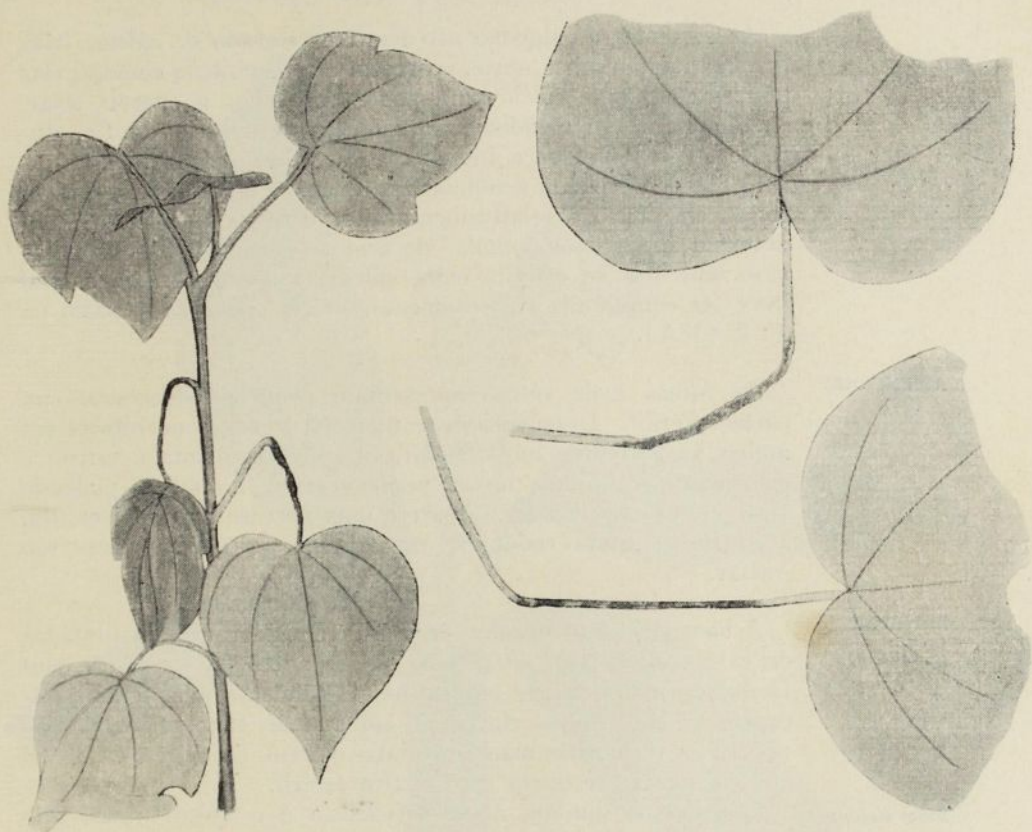


Fig. 40 — Depois de aparecerem as primeiras verdadeiras folhas, as folhas mais velhas caem, porque os pecíolos colapsam. Pode perecer a planta inteira.

podem ser deficientes em cálcio e tanto as plantas acidófilas como as alcalinas precisam do cálcio como alimento indispensável.

Geralmente não se apresentam sintomas particulares. Notamos somente um crescimento hipertrófico, do qual resultam plantas muito grandes, que produzem poucas maçãs. Quando um campo que produziu algodão desse tipo é adubado com suficiente cálcio, as plantas crescem menos mas dão abundantes frutos. (fig. 40).

ALGODÃO
(37 B, 132)

Acontece que as plantinhas novas de algodão, geralmente a partir da terceira ou quarta semana de vegetação, apresentam uma murcha estranha dos pecíolos das folhas mais velhas. Do colapso dos pecíolos resulta naturalmente a murcha destas folhas e, especialmente em solos ácidos, durante dias frescos e úmidos, as plantinhas inteiras perecem.

Colapso dos
pecíolos e
depois das
plantas inteiras

As sementes de algodão não têm teor elevado de cálcio. Mas quando as plantinhas novas aparecem e a respiração começa, elas precisam bastante cálcio para poder aproveitar a energia solar.

As perdas em algodoads novos, pela deficiência de Ca, durante tempos úmidos e frescos, são às vezes consideráveis.

O algodão é planta acumuladora de cálcio e por isso o teor do tecido em cálcio é relativamente alto. Precisa-se cálcio para a sintetização de "compounds" de ácidos orgânicos. Temos nesse caso uma relação estreita entre cálcio : potássio + sódio a qual deve ser equilibrada rigorosamente; cálcio : potássio + sódio = 1 : 2 (37A).

AMENDOIM (22)

As folhas mais velhas apresentam pequenas depressões na parte inferior. Desenvolvem-se mais tarde áreas necróticas em ambas as partes do limbo foliar. O ápice da planta é tufo e compacto. As folhas novas perdem a cor no ápice, podendo ficar até esbranquiçadas. Aparece uma necrose marginal escura. Formam-se muitos nódulos, mas grande parte das cascas são vazias.

BANANEIRA (*Musa* *paradisíaca*) (132)

A bananeira é planta que precisa de consideráveis quantidades de cálcio. Por isso, apesar das raízes potentes, ela sofre com facilidade a deficiência em cálcio. Geralmente a bananeira recupera-se em tempos chuvosos, em que as suas raízes podem penetrar em camadas mais profundas, porém, há muitos casos em que ela não se recupera e o pé fica estéril.

Brôto clorótico

O primeiro sintoma desta deficiência é o brôto branco que abre, mas cujo tecido é tão fino e mole que se rasga depressa. — Em casos moderados a folha nova é deformada, exibindo uma pigmentação roxa no lado de cima. As partes rasgadas da folha enrolam facilmente ficando encaracolada. Partes requeimadas aparecem nas folhas mais velhas. Em casos graves, a bananeira não solta mais cacho. Em casos moderados, o cacho forma apenas duas ou três carreiras de frutas, sendo estéreis tôdas as demais flôres. A banana-maçã é especialmente muito intolerante à falta de cálcio. Assim, não é raro que a safra fique reduzida a um quinto e até um oitavo do peso comum. (Fig. 41, Prancha 7).

Cachos quase estéreis

pH próprio

Uma calagem do bananal não traz somente grande vantagem para a colheita mas ajuda também a dominar mais facilmente o inço especialmente os capins acidófilos. Além disso, a bananeira é muito grata à elevação do pH, porque prefere ambiente meio neutro e o pH ótimo para ela é pH 5,6 até 6,8, suportando perfeitamente mesmo um pH levemente alcalino.



Fig. 41 — Quando o cálcio está em deficit, a fôlha nova é branca com pigmentação marrom-púrpura no lado de cima. As fôlhas rasgadas formam "cachimbos".

Apesar de ser a batatinha uma planta que consome muito pouco cálcio, estando a relação cálcio : potássio somente 1 : 4, isto é, precisando ela em cálcio de somente um quarto da quantidade de potássio que lhe é necessária, a deficiência em cálcio proporciona os mais sérios efeitos.

BATATINHA
(*Solanum*
tuberosum)
, (155, 182)

O ambiente mais favorável para a cultura de batatinhas é O pH próprio um pH de 4,8 até 5,5. Quando o solo é mais ácido, a fixação de



Fig. 43 — Quando falta cálcio para as batatinhas, as folhas mais novas assumem uma cor acinzentada. O ponto vegetativo fica deformado, morrendo mais tarde. Manchas pretas aparecem nos pecíolos, nos caules e na polpa.

fósforo e cálcio se dá de tal modo que a planta não consegue desenvolver-se satisfatoriamente. Se o ambiente for menos ácido, a casca das batatinhas se torna facilmente áspera e escura, devido a falta de boro, o que proporciona produto de inferior qualidade comercial.

O cálcio não se transloca dentro da planta das partes mais velhas para as partes novas, como acontece com o potássio ou o fósforo. Com a deficiência de cálcio, o abastecimento dos tubérculos nesse elemento é especialmente negligente.

Manchas pretas

Os sintomas da deficiência em cálcio são muito característicos. Primeiro aparece uma faixa de cor verde-claro nas margens das folhas apicais. Ao mesmo tempo as folhas mais novas vão perdendo o seu brilho, tomando uma cor muito clara acinzentada. Muitas vezes, o tecido destas áreas descoloradas morre. Por isso as folhas não se desenvolvem normalmente e ficam em geral deformadas. Em casos graves, as folhas mais novas não se abrem

mais, permanecendo dobradas. Tôdas as fôlhas apicais permanecem enroladas. Mais tarde o ponto de crescimento morre, como também, em seguida, os pontos terminais axilares. Pintas pretas aparecem tanto nos pecíolos e no caule como nos tubérculos. A polpa apresenta manchas pretas de tecido morto. — Primeiro aparecem manchas marrons entre os anéis vasculares, na parte do estolho. Êsses sintomas muitas vêzes aparecem em tubérculos de planta cuja aparência é perfeitamente sã, porque no caso duma deficiência em cálcio, que surge mais tarde, na época vegetativa — quando a planta já está desenvolvida — sômente os tubérculos são afetados. Às vêzes, o tubérculo inteiro pode apresentar-se manchado pelos pontinhos pretos, de tecido morto. Os tubérculos sempre são pequenos e deformados.

A deficiência em cálcio na época vegetativa aparece sempre mais tarde que a de magnésio, o que é devido à deficiência de solubilidade e de lixiviação dêsses elementos.

Mas, ela pode ser facilmente remediada desde que se evite uma acidez excessiva do solo, o que se consegue incluindo cálcio na adubação.

Apesar de ser o cafeeiro uma planta própria de ambiente levemente ácido, precisa também, como quase tôdas as plantas de cultura (mesmo a jabuticabeira, a palmeira e a seringueira, etc.) de cálcio, tanto para a estrutura do seu tecido, como, especialmente, para a formação dos frutos. É conhecido que a cinza dos frutos contém cerca de 3% de cálcio. — Muitos se deixam enganar pelo fato de ter o cafeeiro o seu pH próprio entre 5 até 5,4.

CAFEEIRO

pH próprio
5 a 5,4

Reina geralmente a crença de que o cafeeiro mal suporta uma calagem. Assim, convém explicar de nôvo que há grande diferença entre a cal, corretora da acidez da terra, e o cálcio, elemento da nutrição vegetal. Por isso a escolha própria de adubo para cada cultura é importantíssima. Ninguém concluirá que o arroz não precisa de azoto, porque mal suporta o salitre do Chile. É de conhecimento geral que o arroz é planta cuja exigência em nitrogênio é excepcionalmente elevada, mas não se dá bem com nitratos, precisando porém do amônio.

Assim, o cafeeiro dá-se muito bem com uma calagem de vez em quando e até precisa dela, mas não em forma de pó calcário ou cal virgem, mas na de gesso. Isso é ainda mais confirmado ao se observar que quando aparece a deficiência de cálcio aparece também a de enxôfre. (O gesso é sulfato de cálcio). O primeiro sintoma da deficiência em cálcio é uma clorose marginal das fôlhas novas e manchas amarelas, especialmente nas margens perto da ponta e aos lados da veia principal. Essas manchas tor-

Cafeeiro gosta
de gesso



Fig. 44 — As folhas novas do cafeeiro apresentam, na carência de cálcio, manchas cloróticas aos lados da veia principal, e uma forte clorose nas margens das folhas, perto da ponta. As áreas cloróticas, e logo necróticas, caem depressa, dando à folha uma aparência muito deformada.

nam-se logo necróticas, às vêzes, dentro de poucas horas. Bem no centro delas formam-se círculos mais pálidos com um tecido muito quebradiço. Essas áreas mortas caem logo, ficando a fôlha muito deformada e recortada. Morre a gema apical.

Com o prosseguimento da clorose, as fôlhas tomam, às vêzes, uma côr bem amarelada.

Quando a deficiência de cálcio aparece junto com a de zinco, — caso que é muito comum — as fôlhas ficam também onduladas, cheias de pontinhos necróticos, espalhados por todo o limbo. Nos casos da dupla deficiência, porém, a desfolhação não é tão pronunciada e não se dá tão depressa como no caso da deficiência em zinco, sòmente. (Fig. 45, Prancha 13).

A cana-de-açúcar é muito sensível à falta de cálcio, o que pode ser atribuído tanto à sua exigência em pH como à sua tendência de acumular cálcio no seu tecido. O pH mais adequado para a cana é o que fica entre 6,5 a 7,2. A opinião de que a cana, como planta de alto consumo de água, dá-se bem em terrenos muito úmidos e até mesmo encharcados, é bem errônea. A cana não se adapta à água estagnada nem aos solos ácidos, mas agradece muito uma irrigação adequada. É de uso adubar sempre no sulco, — antes de plantar os roletes, — por que assim as raízes da cana nova logo encontrarão alimento próprio, desenvolvendo-se melhor. O vigor da cana nova bem alimentada supera assim muitas inconveniências de clima e de solo.

CANA-DE-
AÇÚCAR

pH próprio

Adubação
química

A cal nunca deve ser aplicada no sulco. Primeiro, porque cada planta em germinação, seja uma semente ou seja um rolete, necessita de um ambiente um tanto ácido. De outro lado, um campo uniformemente calado oferece a imensa vantagem de fazer o inço acidófilo desaparecer igualmente; os capins daninhos, como o sapé, desaparecem logo depois da calagem (quando é feita apenas uma calagem fraca, êles, no mínimo, enfraquecem bastante) porque não agüentam o pH elevado, isto é, a ligação dos elementos raros, de que têm muito grande necessidade. Assim, as capinas tornam-se mais fáceis, pois a calagem as favorece.

Calagem

Não é raro que, em campos recém-drenados, com solos bem húmidos, uma boa parte da cana nova apareça com fôlhas brancas com as pontas grudadas, enquanto as fôlhas apicais permanecem enroladas por causa da falta de cálcio.

Na cana mais velha, as fôlhas mais novas apresentam manchas vermelhas e mais tarde necróticas aos lados da nervura principal. Geralmente formam-se logo, áreas necróticas com manchas

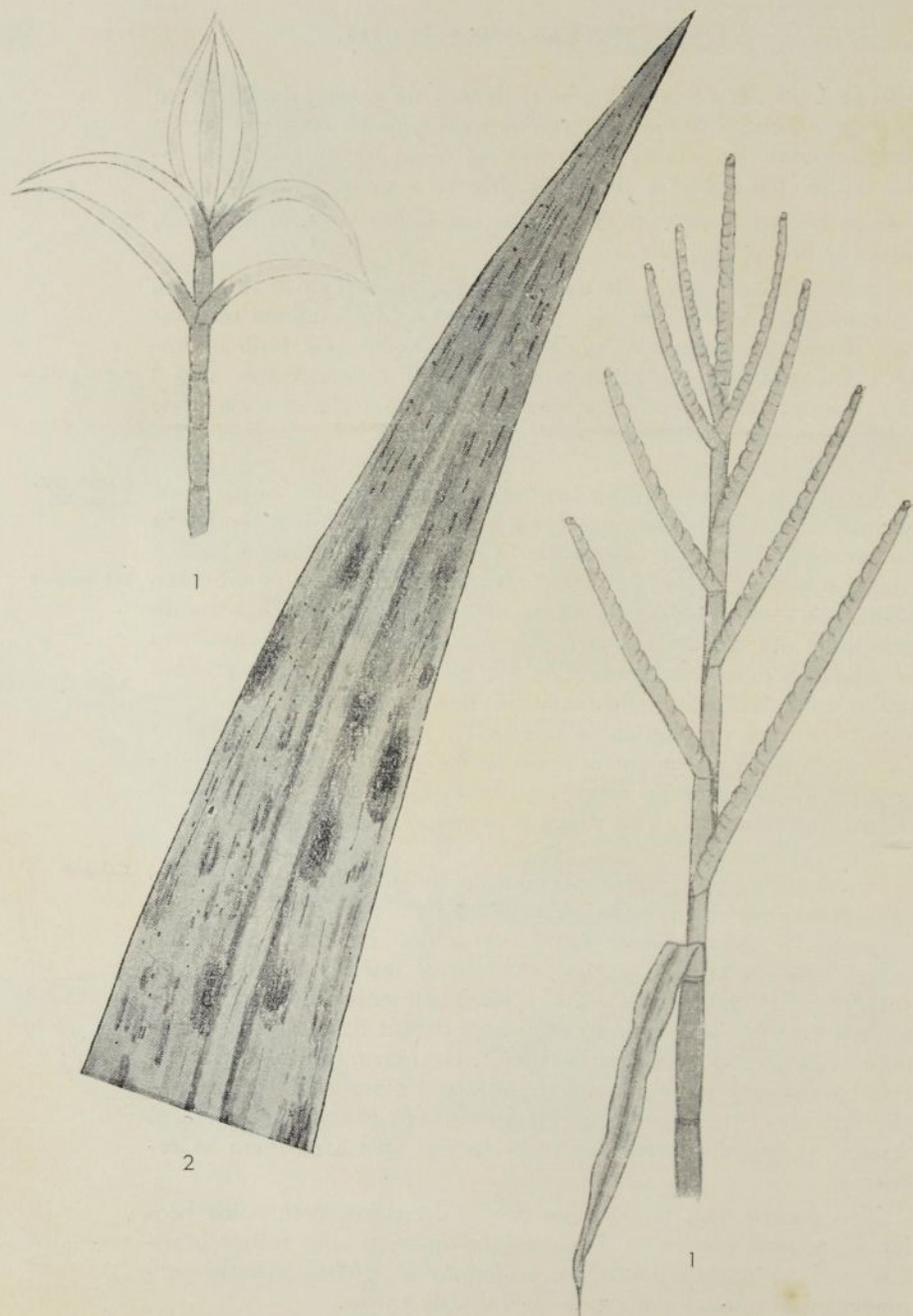


Fig. 46 — Quando há deficiência em cálcio na cana, as plantas novas apresentam folhas brancas, enquanto as folhas do ápice permanecem enroladas até a cana ficar com raízes mais fortes. Na cana velha as folhas superiores apresentam manchas vermelhas que logo se tornam necróticas aos lados da veia principal, podendo tomar toda a folha.

1 — Deficiência grave

2 — Deficiência leve

escuras aguadas. O crescimento fica quase paralisado, por causa do deficiente desenvolvimento radicular. O rendimento é reduzido.

As canas mais exigentes em cálcio, como, por exemplo, a variedade 3X, ao se dar a mais leve sêca, já enrolam as suas folhas para diminuir a respiração.

As folhas se
enrolam

Um dos característicos mais pronunciados, porém, da deficiência dupla em cálcio-potássio é o desenvolvimento excessivo da cêra, devido:

Produção
de cêra

- 1) à ação maior do magnésio;
- 2) à necessidade de proteção das canas sensíveis à sêca pela falta de cálcio e potássio.

Quando falta o potente regulador da respiração que é o cálcio, a produção de cêra aumenta para proteger a cana contra excessivas perdas de água pela respiração.

Todos os usineiros conhecem esse fato, pois a cêra é um subproduto muito amolante na produção de açúcar, que dificulta especialmente o trabalho no clarificador.



Fig. 47 — Couve-flor com deficiência de cálcio.

CENOURA
(*Daucus*
carota)
(182)

As folhas das plantas, ainda novas, ficam um tanto mais pálidas, com as margens pronunciadamente esbranquiçadas. Murçam em seguida as margens das folhas que se enrolam. É típica a margem morta em uma folha ainda em crescimento, que é retida pela borda que se enrola (182).

**COUVE-
FLOR**
(*Brassica*
oleracea, var.
botrytis)
(181)

As folhas têm as suas margens enroladas. As margens cloróticas, onde cessou o crescimento, são rasgadas, porque o tecido foliar continua ainda crescendo, exercendo pressão sobre a borda. Uma clorose muito limitada desenvolve-se na margem, que mais tarde torna-se necrótica (181).



Fig. 47 A — Quando as folhas do ponto vegetativo perdem o seu brilho, pode-se ter a certeza, de que é o início da deficiência em cálcio no fumo. As folhas mais novas se enrolam, arqueando para baixo, e morrendo em seguida, das margens e pontas para a base. — Em casos mais leves, as folhas mais novas se abrem mas são deformadas. Demais, a planta apresenta sempre, no caso de deficiência em cálcio, um verde muito escuro.

Grandes partes das folhas, a partir das pontas e margens, morrem, tornando-se o tecido fino e mole (não seco) pendendo para baixo. (fig. 47).

Quando o cálcio é deficiente, o fumo apresenta anormalidades no crescimento. Calcula-se que o que causa especialmente essas anormalidades é a presença de outros elementos em certas proporções, abaixo das condições ácidas. O íon cálcio é o antagonista de outros íons, como, por exemplo, do magnésio e do potássio. O magnésio pode tornar-se tóxico na ausência de cálcio, surgindo estranhas manifestações nas plantas.

FUMO
(*Nicotianum*
tabacum)

Anormalidades
do crescimento

O primeiro sintoma da deficiência em cálcio é o desenvolvimento duma cor verde-claro nos pontos de crescimento, cujas folhas se enrolam, arqueando para baixo. As folhas vão morrendo em seguida, das pontas e margens para a base, até a morte completa do ponto vegetativo.

"Vira-cabeça"

Quando não se dá o pericimto total do ponto de crescimento, as folhas novas aparecem deformadas, devido ao colapso do tecido das pontas e margens. As folhas mais velhas podem ser perfeitamente normais. Pouco a pouco, a planta inteira estará comprometida, se o tempo continuar seco. Com o começo da chuva, o ponto vegetativo se recupera, ao passo que as folhas mais velhas apresentam ainda a deficiência.

Enquanto o ponto de crescimento adquire uma cor clorótica, as demais partes da planta são dum verde-escuro anormal, e ao mesmo tempo em que o ponto vegetativo morre, as folhas velhas engrossam. Em casos graves, de prolongada deficiência em cálcio podem aparecer manchas necróticas espalhadas sobre as folhas velhas.

As folhas
velhas
engrossam

Quando, durante o estado de aguda deficiência em cálcio, se desenvolvem ramas laterais, os seus pontos terminais também entram em colapso e morrem.

As flores murcham antes de formar sementes. Geralmente a deficiência em cálcio torna-se aguda quando começa a floração. Desenvolvem-se igualmente manchas pretas nos caules e pecíolos. Plantas deficientes em cálcio com as folhas deformadas ou grossas e crescimento paralisado e anormal, produzem um fumo de péssima qualidade. Com uma calagem adequada esse mal pode ser remediado.

As flores
murcham

Raramente acontece aparecer em culturas cítricas uma deficiência em cálcio com sintomas foliares pronunciados. Em solos muito ácidos, porém, pode-se verificar esse fato, e, nesse caso,

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS
(25, 132)

também, uma calagem produzirá sempre bom efeito, porque o cálcio proporciona então melhores condições de vida, além de nutrição para os citrus.

Está aumentando no Brasil, em terras leves, principalmente nas arenosas, a deficiência em cálcio.

Clorose das
nervuras

A clorose das nervuras, que em muitos casos aparece na deficiência de cálcio, não é sempre um sinal desta carência, mas geralmente de algum dano nas raízes, que, no caso da deficiência de cálcio, é devido à podridão radicular.

Além deste sintoma as folhas perdem a clorofila em volta das margens e entre os nervos principais. Pequenas manchas necróticas aparecem nas áreas cloróticas as quais se unem a manchas



Fig. 48 — Na deficiência de cálcio, as folhas dos citrus apresentam uma clorose pronunciada, que progride nas pontas e margens para a base. Manchas necróticas aparecem nas áreas cloróticas, manchas essas que se juntam em áreas que dão a impressão de serem queimadas. Muitas vezes aparece também uma clorose das nervuras, atribuída à morte de partes das raízes.

maiores, que têm a aparência de serem requeimadas. As folhas caem prematuramente e as que se desenvolvem depois, caem também prematuramente. Morrem os brotos novos. As ramas apresentam o típico "dieback" e os brotos que saem de gemas laterais, também são fracos e morrem logo. "Dieback"

É fácil notar que estes sintomas pronunciados só se desenvolvem quando a dieta de potássio é alta. Se ao invés disso, fôsse alta a dieta de magnésio, não se produziria o "dieback" das ramas, mas as folhas se tornariam inteiramente cloróticas e apareceriam efeitos semelhantes aos da deficiência em nitrogênio.

As frutas produzidas são menores e parcialmente deformadas. Seu suco é muitas vezes gelatinado, sua casca é muito fina e apresenta manchas de um marrom-escuro. Às vezes, toda fruta parece ser tingida de marrom.

Plantas são compactas. Morrem os pecíolos. Ápice é clo- **LINHO**
rótico. (180)



Fig. 48 B — Murcha o caule abaixo da parte apical se faltar cálcio no linho.

MACIEIRA
(182)

Muitas vezes, a ação do cálcio é confundida com a do calcário e, em vários casos, opina-se que não é necessário o cálcio, porque as macieiras se desenvolvem tanto em solos ácidos, como em alcalinos. Mas o pó calcário, usado para a correção do pH, não é idêntico ao cálcio encontrado em quantidade considerável na cinza das macieiras.

O pH**Cálcio no solo**

O cálcio é indispensável para o tecido em crescimento e pode se encontrar em solos ácidos, os quais, apesar de possuírem uma capacidade mínima em reter cálcio, podem conter êsse elemento em muita quantidade, especialmente quando êle deriva de uma "rocha-mater" com alto teor de cálcio.

As raízes

O desenvolvimento das raízes é muito deficiente quando há falta de cálcio. Elas quase não desenvolvem cabelos, são grossas bulbosas e curtas. Enquanto a cutícula engrossa, produzindo boa porção de pequenas raízes igualmente grossas, curtas e bulbosas, as raízes morrem das pontas para cima, quando a deficiência é mais pronunciada.

Manchas pretas, de tecido morto, se desenvolvem igualmente espalhadas nas raízes.

Como as raízes se desenvolvem anormalmente, o crescimento da árvore é também muito retardado, ao passo que as folhas não demonstram ainda sintoma nenhum. Os galhos novos, depois de crescer uns palmos, apresentam folhas com áreas necróticas. As pontas e, às vezes, também as margens foliares, se enrolam para baixo.

Folhas enroladas

As áreas mortas tornam-se logo de um marrom-escuro (Fig. 49, Prancha 7).

Os galhos mais novos morrem em consequência da morte das pontas radiculares. O "dieback", isto é, a morte dos galhos novos do pé, pode ser considerável.

MILHO
(50)

Está provado que a maior quantidade de cálcio se encontra nas folhas do milho. O milho é muito exigente quanto ao cálcio. Considerando-se que o pH adequado para o milho híbrido fica entre 5,7 e 7,2, quando êle é cultivado em solos ácidos com um pH de 4,8 até 5,5, encontra-se num ambiente desfavorável onde o cálcio é facilmente lavado, tornando-se por isso deficiente.

Possuímos muitas variedades de milho, criadas de modo a se tornarem tolerantes à deficiência de cálcio, em vista do fato de precisarmos cultivar o milho, na maioria das vezes, em ambientes pobres nesse elemento.

A deficiência em cálcio geralmente se torna patente em plantas novas pelas folhas brancas, dobradas e de pontas grudadas.



Fig. 51 — Quando falta o cálcio as folhas do milho novo são quase brancas com as pontas grudadas.

Nas plantas velhas as folhas são cloróticas com manchas esbranquiçadas. Enrolam-se facilmente quando há um dia quente.

A deficiência em cálcio aparece tanto no feijão comum como na soja, crotalária, trifólio, alfafa, etc. Os primeiros sintomas são manchas de tecido morto nas raízes. Logo depois, geralmente quando deve começar a florescência, os pecíolos das folhas mais velhas entram em colapso, seguindo-se a murcha e morte das folhas. As plantas inteiras morrem dentro de poucos dias.

Esse fato é geralmente atribuído à seca, porque se verifica principalmente em épocas secas da primavera.

Pode-se acrescentar que a deficiência de cálcio em leguminosas novas, tanto no feijão como no trifólio, é uma das mais pronunciadas.

O cálcio foi o primeiro elemento a proporcionar considerável efeito na produção das leguminosas.

LEGUMI-
NOSAS
(17, 53)

pH próprio

Forma aquática
de azotobacter

Queremos observar nesta altura que as leguminosas, com poucas exceções, são próprias para um ambiente neutro, isto é, dum pH 6,0 até 7,0. Sòmente a serradela e o tremôço constituem exceções. Isso é devido à particularidade das bactérias rizóbias que só se desenvolvem bem em meio neutro ou alcalino. Sòmente o tremôço e a serradela podem aproveitar-se da forma aquática do azotobacter e, por isso, gostam de um pH baixo.

Fora isso, o cálcio é um nutriente de primeira ordem e, de outro lado, reduz a solubilidade do manganês, alumínio, zinco, ferro, etc., os quais em maiores quantidades têm efeito tóxico nas plantas. Leguminosas deficientes em cálcio nunca se desenvolvem bem e estão extremamente sujeitas ao frio e à seca.

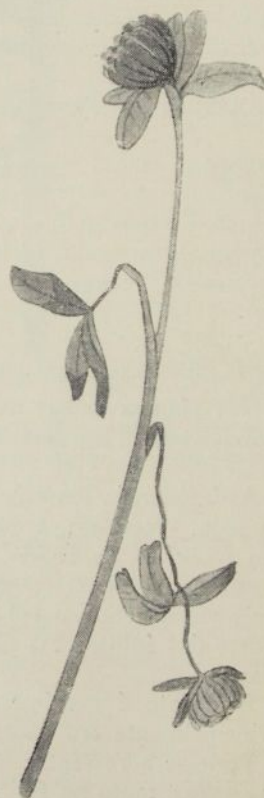


Fig. 52 — Quando falta cálcio na dieta das leguminosas, os pecíolos mais velhos colapsam e acabam morrendo. Podem morrer as plantas inteiras em poucos dias. As vagens que se formam tem poucas sementes desenvolvidas.

As folhas se enrolam. Aparecem veias marrons. As raízes ficam escuras e morrem. As plantas inteiras podem ficar escuras, secam e morrem. As que sobrevivem formam poucas sementes nas vagens, que geralmente possuem tamanho normal.

As sementinhas têm pouca reserva em cálcio e quando os germes não encontram cálcio no solo, desenvolvem-se muito lentamente produzindo plantinhas fracas, com pouco vigor e por isso sempre em perigo de perecer em tempos secos.

As folhas estão mosqueadas de manchas amarelas e marrons que são duras e quebradiças, com bordas claras. As hastes são lenhosas e as plantas tufoas.

Alfafa, trifólio, ervilhaca, etc.

PEPINEIRO
(*Cucumis sativus*)
(180)

Como nos outros pomares, nos de pessegueiros os primeiros sintomas manifestam-se nas raízes. As raízes novas são anormalmente grossas, curtas e curvadas. A maior parte morre quando alcança o comprimento entre um a dez centímetros, começando o seu perecimento das pontas para cima. O característico é a tendência a formar raízes novas, que brotam pouco distantes das pontas das raízes deficientes. O comprimento das raízes, porém, é em todos os casos muito reduzido.

**PESSE-
GUEIRO**
(63)

Pés novos, mudados para solos deficientes em cálcio, apresentam a murchidão das folhas que permanecem enroladas depois uns meses de crescimento na primavera. Esse período de murcha coincide com o extremo "dieback" das raízes.

Todos os pés que sobrevivem a este período se tornam extremamente resistentes contra a murcha, isto é, adaptam-se à deficiência em cálcio.

Murchidão
Folhas
enroladas

Nos pessegueiros a deficiência em cálcio manifesta-se muito cedo. Em casos graves, a deficiência é sempre mais pronunciada quando o pé está em crescimento rápido, como por exemplo, na primavera. As primeiras folhas próximas da base dos galhos novos apresentam nas margens e pontas uma pigmentação purpúrea. Seguem-se a esta a clorose da folha e a morte das áreas descoloradas. Finalmente essas folhas afetadas caem. (Fig. 53, Prancha 8).

Note-se que somente folhas imaturas são afetadas e nunca folhas maduras.

Afeta sempre
só as folhas
imaturas

Geralmente, esta fase é seguida do aparecimento de áreas marrons e até roxas, aos lados da nervura principal e nas pontas das folhas.

Áreas
necróticas

Desfolhação
e "dieback"

Tais áreas necróticas expandem-se logo e ocasionam uma desfolhação até a parte média dos galhos. Muitos dos galhos, desfolhados, morrem até a base e morrem também os próprios ramos de suporte. Quando a deficiência aparece mais tarde, na época de crescimento, o comprimento dos galhos fica restringido, as folhas vão do verde-escuro até o verde-azulado e não crescem até o tamanho normal. De outro lado, numerosas folhas muito largas se desenvolvem. A coroação dá-se muito cedo e com grande abundância perto das pontas dos galhos. As lenticelas (poros do tronco) se alargam e ficam salientes como as dos pés cinturados, acusando a interrupção da seiva.

Lenticelas
grandes

As folhas destes pés enrolam.

Folhas
enroladas

Folhas enroladas não são características de pés deficientes em cálcio, mas sim, de toda a restrição de deslocação de alimentos.

TOMATEIRO
"vira-cabeça"
(73)

A conhecida doença "vira-cabeça" é nada mais que a deficiência pronunciada em cálcio.

Em todas as verduras, a deficiência em cálcio se manifesta pelo crescimento retardado dos troncos grossos e enlenhados. As pontas das raízes são sempre afetadas e o desenvolvimento do ponto vegetativo é anormal.

Nos tomateiros, as folhas mais novas tornam-se um pouco cloróticas, perdendo o seu brilho, adquirindo uma cor cinzenta, enquanto as folhas inferiores permanecem de cor verde normal. (Em casos de deficiência em potássio ou nitrogênio, as folhas inferiores são as primeiras a ficarem cloróticas, enquanto as do ápice permanecem verdes). As plantas são fracas e sem vigor. As folhas do ponto de crescimento enrolam-se arqueando para baixo e morrem, enquanto o caule perto do ponto de crescimento fica pintado de pontinhos pretos.

TRIGO
(23, 132)

A deficiência em cálcio no trigo denuncia-se pelo crescimento muito retardado. As plantas são fracas e raquíticas. Nas folhas superiores aparece uma clorose leve e manchas e linhas brancas ou bege. Variedades mais exigentes em cálcio enrolam logo as folhas quando começa um período seco e o crescimento fica inteiramente paralisado.

As pontas dos colmos ficam estéreis e brancas.

Página oposta:

Fig. 57 — Batata-doce. Na deficiência de magnésio as folhas são cloróticas, com as nervuras ainda verdes. Nas variedades de batata-doce de Puerto Rico, junta-se à clorose a pigmentação de antocianino, dando à folha uma coloração vermelha. As áreas necróticas caem.

Fig. 58 — Deficiência de magnésio no cafeeiro. Uma clorose pronunciada com manchas irregulares aparece nas folhas, especialmente nas pontas e aos lados da nervura principal e das secundárias. O tecido, mais tarde necrótico, com descoloração de marrom-cinza, cai muito depressa, sendo extremamente quebradiço.



FIG. 57



FIG. 58



FIG. 61



FIG. 59

FASE
INICIAL

FASE
FINAL

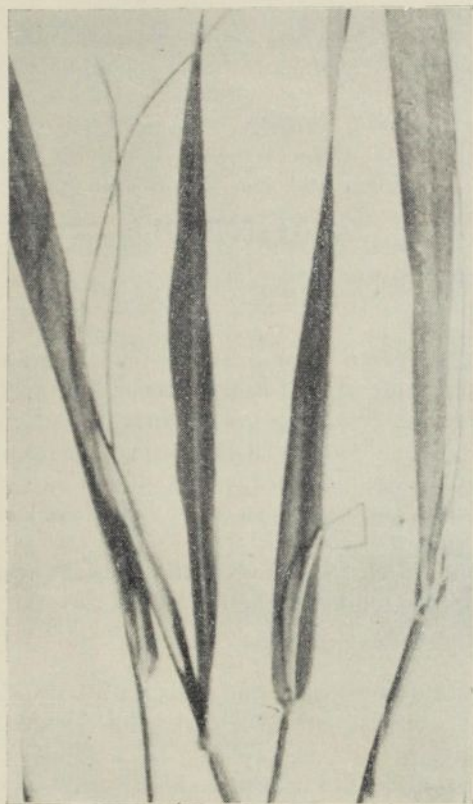


Fig. 52 B — Deficiência de cálcio na cevada.

Nesta planta, a deficiência em cálcio apresenta típica manifestação nas folhas.

VIDEIRA
(63)

Enquanto os galhos do ano em curso têm pouco crescimento, as folhas apicais apresentam margens cloróticas, em parte completamente carentes de clorofila, mostrando somente uma pigmentação amarela. A folha inteira é pintada de manchinhas cloróticas um pouco aguadas. O “dieback” das ramas pode ser considerável. Têm boa coroação, mas desenvolvem-se poucas uvas nos cachos; a maioria das flôres ficam estéreis.

Página oposta:

Fig. 59 — Deficiência de magnésio na cana-de-açúcar. Nas folhas cloróticas aparecem primeiro pontinhas transparentes que mais tarde se colorem de roxo e marrom. Mais tarde a folha inteira morre, ostentando uma cor marrom-clara com impregnações escuras.

Fig. 61 — No caso da deficiência em magnésio no fumo, as folhas inferiores desbotam primeiro. Com o progresso da clorose, tomam a cor amarela até branca, sempre com as nervuras verdes.

MAGNÉSIO

DEFICIÊNCIA

Chave da
clorofila

Forma óleos,
cêras, etc.

Como o magnésio é o fator principal na formação da clorofila e ademais é companheiro do fósforo, tornando-o móvel dentro da planta, podemos imaginar o papel importante desse elemento na vida vegetal. Além disso, toma parte na formação de todos os óleos e gorduras vegetais, formando também as cêras que protegem os vegetais contra a seca ou condições desfavoráveis do solo.

Geralmente a deficiência aparece em época avançada do desenvolvimento vegetal, muitas vezes devido às chuvas excessivas ou seca prolongada.

O "mosaico"

O típico desta deficiência é que a planta inteira, de baixo para cima pode ser afetada, exceto o feixe apical, que nunca sofre dessa deficiência.

A clorose progride das pontas e margens para o centro das folhas entre as nervuras, mas geralmente não atinge a base foliar.

As nervuras permanecem verdes. Como a clorose causada pela deficiência em magnésio sempre se desenvolve do ponto central do tecido situado entre as nervuras, apresenta o quadro típico dessa deficiência, isto é, o "mosaico", sendo a nervura verde, o tecido mais próximo delas verde-claro e o tecido mais distanciado amarelo.

Os característicos desta deficiência são:

- 1) o "mosaico";
- 2) pontinhos necróticos no centro das áreas cloróticas.

Em muitas espécies de plantas, nas quais, depois do desbotamento da clorofila o caroteno (amarelo) é coberto pelo ácido antociânico (purpúrea), a descoloração não é amarela mas purpúrea, como por exemplo, no algodão, nas batatas-doces de Porto Rico, em algumas variedades de videiras, etc.

Especialmente nas leguminosas e nos citrus o problema do magnésio é muito sério, porque esses vegetais produzem consideráveis quantidades de óleos nas sementes ou nas cascas das

frutas. A desfolhação pode atingir tal grau que as árvores ficam completamente desnudas. O colapso completo do feijão não é raro.

Aqui se pode apontar como curiosidade — mas o fato é por si muito lamentável — que várias famílias de árvores estão desaparecendo completamente do nosso globo terrestre por causa da falta de magnésio que elas não toleram. Especialmente na Europa Ocidental nota-se esse fato porque se trata principalmente de árvores usadas para alamêdas. Hoje em dia essas árvores não ostentam senão os troncos e galhos mortos, testemunhos desolados duma época mais feliz.

O característico dessa deficiência é uma pigmentação purpúrea das folhas inferiores, enquanto as nervuras e o tecido próximo delas permanecem verdes.

ALGO-
DOEIRO
(36, 52)

As folhas primeiro atingidas caem prematuramente. Em geral a deficiência em magnésio se verifica nas terras muito lavadas, ácidas, de cor amarela. Os solos roxos estão menos sujeitos a essa deficiência.



Fig. 54 — As folhas são pigmentadas de cor purpúrea até rôxo, que progride das pontas e margens das folhas inferiores para dentro do limbo. Podem ser afetadas tôdas as folhas, exceto as bem novas, quando é intensa a deficiência de magnésio num algodão.



Fig. 55 — Nota-se uma clorose forte com pigmentação amarela-dourada quando o magnésio é deficiente. As folhas apresentam áreas necróticas, especialmente nas margens e pontas, mas são relativamente muito pouco rasgadas. Cachos com um número anormal de frutas pequenas em posição muito densa são característicos desta carência.

Quando o algodão é adubado com fosfato de amônio, a deficiência em magnésio quase nunca aparece, porque o fosfato de amônio constitui ótimo dissolvente das ligações de magnésio, formando magnésio-amônio-fosfato de fácil solução.

O melhor método de eliminar esta deficiência em solos muito lavados é a adubação com dolomito.

Entra sempre em fase crítica a dieta de magnésio nos algodoeiros quando consideráveis quantidades de cloretos, nitratos ou sulfatos estão presentes (por exemplo, uma adubação com salitre do Chile, cloreto de potássio, etc.).

As margens das folhas tornam-se cloróticas e a clorose avança entre as nervuras para o interior do limbo foliar, enquanto as margens tomam a coloração de laranja. Os brotos que nascem são avermelhados. Como na carência de cálcio, também nesta produzem-se muitas cascas vazias, mas em geral o magnésio tem muito menos efeito neste sentido porque movimenta-se muito mais depressa dentro da planta do que o cálcio.

O desenvolvimento radicular é reduzido.

AMENDOIM
(22)

As folhas são estriadas de verde-pálido. Começa uma necrose marginal. As folhas morrem muito rápido e caem.

ARROZ
(132)

Como a bananeira é planta que produz enorme quantidade de tecido verde, o seu consumo em magnésio é bastante alto. Especialmente nos pomares essa deficiência causa muitos prejuízos. A deficiência em magnésio também se verifica com ela muito freqüentemente, tal como nas árvores frutíferas.

BANANEIRA
(132)

As bananeiras deficientes em magnésio desenvolvem-se primeiro normalmente. Mais tarde, quando o pé solta o cacho, as folhas mais velhas começam a amarelecer; pontas e margens das folhas logo se tornam necróticas como também o tecido entre as nervuras secundárias. Às vezes, as primeiras folhas morrem em poucos dias, ficando penduradas nos pés.

Os cachos produzem um número anormal de frutos pequenos em posição muito densa. Não é raro de observar, depois de umas carreiras de flores estéreis, a continuação do cacho, igualmente com excesso de frutinhas, que nunca se desenvolvem bem.

Anormal
número de
frutos
pequenos

O que é típico nesta deficiência é que não se desenvolvem tecidos acentuadamente escuros, como acontece nas outras. O tecido necrótico é sempre duma cor marrom-vivo ou alaranjado.

O prejuízo econômico é considerável porque raramente as bananas atingem preço no mercado e em geral não têm nenhum valor comercial, devido ao tamanho muito pequeno e da polpa seca.

A banana maçã está especialmente muito sujeita a essa deficiência, porque é a mais exigente de tôdas, sofrendo também fortemente com as demais deficiências, enquanto a banana-nanica, nanicão, São Tomé, etc., proporcionam ainda colheitas boas no mesmo terreno.

BATATINHA
(32, 155)

As fôlhas das plantas atacadas são mais claras do que as normais. As fôlhas inferiores são as primeiras atingidas e aqui por sua vez os lóbulos terminais são os mais seriamente atacados. A clorose começa nas pontas e margens progredindo para o centro entre as veias, atacando somente o tecido vegetal.

Logo as áreas cloróticas se enchem de manchinhas necróticas cujo tecido termina caindo. As fôlhas são quebradiças e fazem ruído como se fôsses papel.

Em casos sérios, a planta inteira, com exceção do feixe apical, é afetada. As plantas são muito pequenas e as fôlhas inferiores



Fig. 56 — As fôlhas cloróticas apresentam logo as pontas e margens necróticas, de cor marrom-escuro. Pontinhos necróticos espalham-se por todo o limbo foliar, com exceção da base. Devido à clorose irregular esta deficiência em magnésio denomina-se de "mosaico".

enrolam as margens para cima. Os sintomas são mais pronunciados depois dum período seco e quente.

As folhas cloróticas morrem e caem. Em casos sérios, as folhas cloróticas se tornam quase brancas, com as áreas afetadas convexas (encrespamento das folhas).

Encrespamento
das folhas

O “mosaico” das batatinhas ou a “doença das batatinhas”, que é tão comum que cada plantador de batatinhas está familiarizado com ela, nada mais é do que a falta de magnésio na dieta das batatinhas. Esta manifestação pode ser perfeitamente controlada pela aplicação adequada desse elemento. Quando é omitido o magnésio no fertilizante, convém misturá-lo no líquido de pulverização (calda bordalesa).

“Mosaico”

A deficiência em magnésio se observa principalmente em terras muito ácidas, mas não se limita só a essas terras. Especialmente a aplicação de adubos que formam ácidos provoca muitas vezes esta carência (p. ex. sulfato de amônio).

Uma adubação com 15 a 25 kg/ha de sulfato de magnésio por tonelada da mistura de fertilizantes, ou uma solução de 1% na calda bordalesa resolverá o caso.

As batatas-doces são geralmente cultivadas em solos arenosos e pobres, cujo pH deve ser mantido baixo para evitar a suscetibilidade ao ataque bacteriano, o chamado “pox” (varíola). Assim elas são especialmente suscetíveis à deficiência de magnésio.

BATATA-
DOCE
(44, 132)

As folhas mais velhas tornam-se marrons e morrem. Nas folhas mais novas, a deficiência aparece primeiro nos pontos finais dos nervos. Geralmente nota-se somente uma clorose que se expande por entre as nervuras, permanecendo estas, contudo, menos cloróticas. (Fig. 57, Prancha 9).

Nas variedades de Porto Rico as áreas cloróticas das folhas são vermelhas em vez de amarelas.

A deficiência em magnésio reduz a safra à metade ou menos.

A deficiência de magnésio aparece especialmente depois das primeiras chuvas pesadas do verão. As folhas apresentam no início uma cor verde-escuro, aparentemente muito sã, erroneamente atribuída ao bom abastecimento de nitrogênio.

CAFEIEIRO
(132)

Mais tarde, estas folhas um pouco mais finas do que normalmente, mostram manchas alaranjadas irregulares, geralmente primeiro aos lados da nervura principal e das secundárias. Essas áreas tornam-se necróticas e caem e o fenômeno típico desta deficiência é que muitas vezes o tecido cai mas não desaparece completamente pois restam a película superior e as nervuras, até mesmo as menores. (Fig. 58, Prancha 9).

**Primeira
deficiência
no ano**

As folhas afetadas caem cedo na época, causando severa desfolhação nos cafeeiros. A deficiência em magnésio é geralmente muito grave por ser uma das primeiras deficiências que afetam os cafeeiros na sua vida devido ao fato de o cafeeiro precisar muito desse elemento para a formação dos grãos.

Não é raro encontrar cafèzais com avançada desfolhação no início da época de sêca, ficando assim as frutas descobertas nas ramas. Geralmente o tamanho dos grãos é bastante reduzido. A decadência do cafèzal é considerável.

**Maturação
uniforme**

Fora disso, está provado que a uniformidade da maturação do café é devida ao abastecimento adequado em magnésio. Nunca se pode alcançá-la com a deficiência desse elemento. Podemos afirmar que a uniformidade da safra cafeeira depende muito do sombreamento do cafèzal pois êste regula o abastecimento adequado em elementos maiores e elementos menores, especialmente o de magnésio. Não se exige contudo o sombreamento do pé, mas só do solo.

**CANA-DE-
AÇÚCAR
(132, 107)**

A deficiência em magnésio é muito comum nos canaviais.

Em casos leves, muitos pontinhos cloróticos, transparentes, aparecem nas folhas velhas. Mais tarde nota-se o desenvolvimento de pontinhos necróticos de diversos tamanhos e de cor vermelha ou marrom. Êstes pontinhos espalham-se pela folha inteira, com exceção da ponta. Em seguida coalescem e a folha torna-se inteiramente necrótica, aparentando uma cor como ferrugem, ostentando na área marrom manchas mais escuras. (Fig. 59, Prancha 10). As margens tornam-se necróticas.

A morte das folhas é considerável. Os colmos são finos.

Não foi ainda provado experimentalmente, mas é bem provável que também no tão temido "mosaico" a cana sofra de uma forma muito aguda de deficiência em magnésio, antes do ataque do vírus.

**CEBOLA
(*Allium cepa*)
(28, 180)**

O primeiro sintoma da deficiência neste elemento são manchas ovais, irregulares, perto das pontas das folhas. Logo elas assumem uma cor esbranquiçada, que mais tarde vai desaparecendo, dando lugar a um colapso geral da folha. Tôdas as folhas mais velhas colapsam logo, apresentando o quadro característico da carência em magnésio. (fig. 60).

**CENOURA
(*Daucus carota*)
(63)**

Há, de início, uma clorose geral das folhas, que apresentam mais tarde pontinhos marrons ou amarelos nas pontas dos lobulos. As plantas são menores que normalmente e as cenouras mais pálidas.

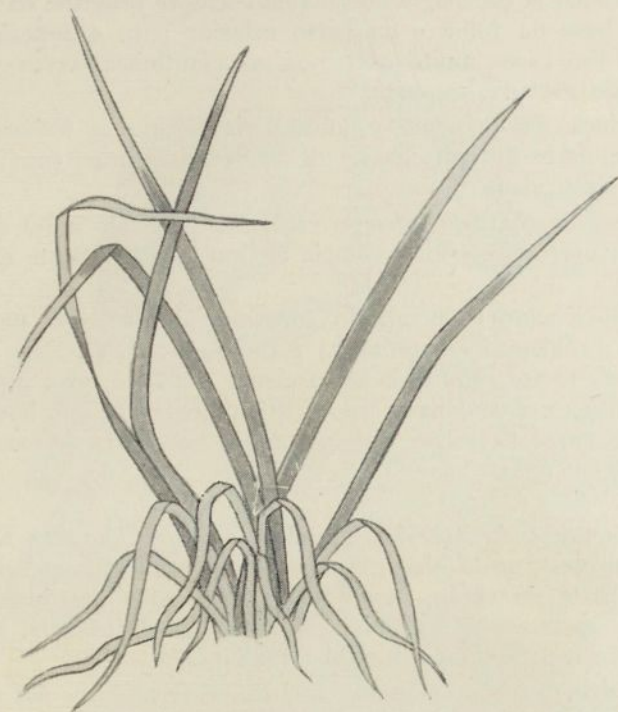


Fig. 60 — Quando falta o magnésio na dieta das cebolas, as folhas mais velhas ostentam manchas ovais, cloróticas, nas pontas. Mais tarde as folhas inteiras tomam uma cor amarela e colapsam. Veja o quadro característico desta deficiência.

As folhas mais velhas são mosqueadas de áreas cloróticas que podem ser tanto amarelas, avermelhadas até purpuradas. As cabeças ficam soltas e menores que de costume. Muitas vezes, apresentam também um tom roxo.

COUVE-
FLOR
(181)

No fumo, a deficiência de magnésio geralmente é denominada “mosaico” ou “sand drown”, porque é prevalente em solos arenosos profundos, durante temporadas chuvosas. A deficiência aparece, somente depois que a planta alcança grande tamanho. Primeiro as folhas inferiores perdem a sua clorofila nas margens e entre as nervuras, adquirindo um aspecto irregular manchado. A cor das manchas cloróticas pode variar entre verde-claro, amarelo e branco.

FUMO
(94, 96,
98)

As nervuras e o tecido mais próximo delas permanecem ainda verdes, por muito tempo, depois de a folha ter perdido a sua clorofila. Mesmo nos casos extremos — em que as folhas inferiores se tornam brancas — as nervuras ficam ainda verdes, sem apresentar manchinhas necróticas. (Fig. 61, Prancha 10).

A deficiência em magnésio no fumo sempre progride da ponta para a base da folha e da parte inferior para a superior da planta. Em casos muito extremos, as plantinhas recém-germinadas são afetadas também.

A redução da qualidade é muito séria, porque as folhas secas são irregulares em cor, cheias de manchas escuras, com pouco peso e elasticidade.

A cinza de charutos, quando estes são feitos de fumo deficiente em magnésio, tem tendência a ficar anormalmente escura.

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS
(20, 25,
132)

A deficiência em magnésio constitui praticamente um dos maiores problemas em todas as plantações cítricas. No Norte do Brasil, já foi combatida eficazmente em 1912, mas depois o tratamento foi abandonado pelos citricultores, sem que houvesse nenhuma razão para isso, pois as perdas pela falta de magnésio permanecem altas.

Deficiência
no outono

Os sintomas da deficiência podem aparecer durante toda a época de crescimento, mas geralmente são mais pronunciados na última parte do verão, quando as frutas estão amadurecendo. Quando aparecem os primeiros sintomas da deficiência, as folhas estão com tamanho normal e maduras.

Desfolhação
completa

Primeiro, aparecem manchas amareladas irregulares nas folhas mais próximas das frutas. Estas manchas juntam-se, formando faixas amarelas de ambos os lados da nervura principal. Estas áreas alargam-se e, finalmente, apenas as pontas e bases das folhas permanecem verdes, o que produz uma forma semelhante a um "V" verde, cujo vértice coincide com a ponta da folha. Em casos pronunciados, as folhas tornam-se completamente amarelas. Quando uma boa parte das folhas é afetada, elas caem na primeira onda de frio, numa seca prolongada ou em outro tempo desfavorável. Quando o tempo é favorável, elas podem continuar ainda muito tempo no pé.

As variedades
que produzem
frutas com
sementes são
as mais
atingidas

O magnésio é, como o potássio, muito móvel dentro das plantas, diferenciando-se assim claramente do ferro e do manganês. As variedades que produzem frutas com sementes são mais afetadas do que as variedades que não produzem sementes.

As árvores afetadas podem ficar completamente desfolhadas, exibindo as frutas maduras.

A deficiência em magnésio tem também relações com o número das frutas. Quanto mais frutas com sementes, tanto maior a manifestação da deficiência.



Fig. 62 — A deficiência em magnésio nos citrus causa um amarelecimento das folhas nos galhos das frutas. A clorose começa perto da nervura principal, espalhando-se daí por toda a folha. (A deficiência de cálcio nos limoeiros apresenta-se com idênticos sintomas.)

Geralmente estas árvores produzem, num ano, poucas ou nenhuma frutas, o que permite que o pé se recupere um pouco, e, no ano seguinte, dê uma safra muito rica. Nos anos em que

Alternância
de safra boa
e ano de
repouso

dão frutas, os pés sofrem seriamente e, depois da segunda safra, geralmente começa, com a desfolhação, também o "dieback" do pé.

Mas, essa alteração não abrange todo o laranjal, pois não é geral, mas sim individual, e por isso um laranjal que sofre da falta de magnésio sempre apresenta árvores produtivas e árvores em repouso.

Êsse fenômeno é tão individual que no mesmo pé uns ramos se apresentam verdes, com fôlhas e sem frutas, enquanto outros estão carregadíssimos e apresentam fôlhas amarelas que mais tarde caem, deixando os ramos completamente desnudados.

As frutas não
se conservam
no transporte

As frutas de pés com deficiência de magnésio geralmente são menores, sempre causando dificuldades ao transporte, pois não se conservam convenientemente.

Além disso, essas frutas têm um teor bem baixo em vitamina C e acidez e apresentam uma casca e polpa pálidas.

A deficiência em magnésio se verifica especialmente em solos leves com pH baixo entre 4,5 a 5, por causa da intensa lavagem do magnésio.

Em solos com um pH acima de 5, o magnésio é ligado; especialmente em solos calcários, a fertilização com magnésio é muito importante.

LEGU-
MINOSAS
(63, 182)

As sementes e plantas inteiras de leguminosas contêm geralmente o duplo e até o triplo de magnésio das gramíneas. Como o magnésio não somente faz parte da molécula de clorofila, mas também é muito importante para a produção de óleos vegetais, êle é necessário, especialmente, pelas leguminosas de sementes grandes, as quais muitas vêzes são plantadas para a produção de óleo, p. ex., a soja.

Como TRUOG verificou nos seus experimentos, um excesso de magnésio aumenta muito mais a assimilação de fósforo do que uma adubação com fosfato. Isso mostra que êstes dois nutrientes têm estreitas relações na alimentação vegetal. Nas leguminosas existe muito mais magnésio acumulado do que fósforo. De outro lado, um abastecimento abundante com potássio aumenta a absorção de magnésio, mas a exigência da planta também aumenta. Igualmente, a fixação de azôto é muito mais intensa quando a leguminosa é abastecida com suficiente magnésio.

As manifestações da deficiência em magnésio variam segundo a variedade de leguminosa.

Soja
(153)

Na soja e feijão-fava (cow-pea) a deficiência dêsse elemento causa uma aparência de maturação precoce. As margens das fôlhas enrolam-se para baixo e uma clorose progride entre as

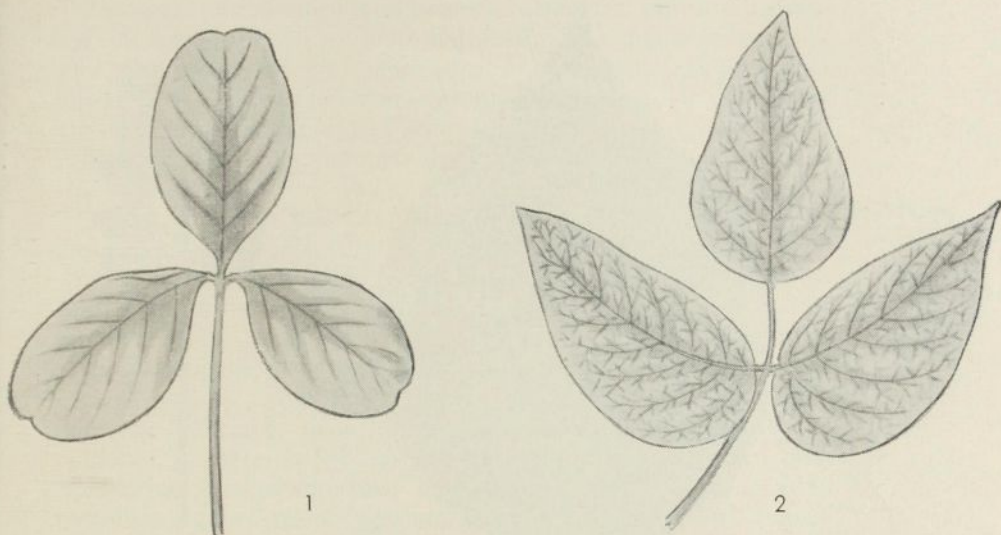


Fig. 63 — Na crotalária dá-se uma descoloração de cor laranja-vivo quando falta o magnésio. Na soja, o quadro típico de mosaico. As sementes e plantas de leguminosas contêm geralmente de duas até três vezes mais magnésio do que as gramineas. Como o magnésio não somente faz parte da molécula de clorofila, mas também tem importante papel na produção de óleos vegetais, é especialmente importante nas leguminosas com sementes grandes, as quais, muitas vezes, são plantadas para a produção de óleo, como no caso da soja, por exemplo.

nervuras das margens para a nervura principal. Em seguida a folha inteira fica bronzeada.

Uma larga faixa clorótica se forma em volta da margem. Base, centro e nervuras das folhas permanecem verdes. A redução do crescimento depende naturalmente da intensidade da deficiência. Uma descoloração, que vai até o amarelo-dourado, cobre a folha.

Crotalária
(63)

As folhas são de verde-pálido. As pontas das folhas mais velhas tornam-se amarelas. Estas desenvolvem uma necrose nas pontas e margens. Caem antes de secar completamente.

LINHO
(181)

A falta de magnésio é bastante comum nas plantações de mamoeiro. Começa por provocar uma clorose leve nas pontinhas e margens das folhas com muitas manchas necróticas espalhadas por todo o limbo foliar.

MAMOEIRO
(*Carica papaya*)
(132)

As folhas afetadas amarelecem depressa e as áreas afetadas, muito quebradiças na sua textura, caem logo, dando à folha a aparência de ter sido furada.



Fig. 64 — A clorose começa nas margens das folhas, as quais, logo se tornam necróticas. A deficiência afeta a folha da beira para dentro, progredindo das margens para o nervo principal, sem atingir, porém, a base da folha.

As frutas são muito numerosas mas pequenas, nunca atingindo bom tamanho e são além disso muito secas. A quantidade é péssima. Muitas vezes elas nem amadurecem bem, pois em cada lugar onde sofram qualquer pressão — por exemplo de dedos, quando são colhidos — apodrecem facilmente.

Geralmente os pés perecem durante o ano de alguma doença.

Muitas vezes, os solos de pomares contêm menos magnésio do que necessário para a satisfação das exigências das árvores.

MACIEIRA
(181)

Isso, pode ser atribuído, em parte, ao uso contínuo de fertilizantes e, por outro lado, às chuvas pesadas do verão, ao salitre do Chile e aos adubos calcários sem teor em magnésio.

Os sintomas desta deficiência são muito pronunciados. Primeiramente as folhas tomam uma cor verde-escuro, como se tivessem luxuriante dieta em nitrogênio. Mais tarde, as folhas maduras, na base dos galhos do ano em curso, apresentam uma clorose marginal e manchas cinzentas entre as nervuras. Essas manchas, muitas vezes, alargam-se até as margens das folhas. A cor cinzenta nunca demora mais que uma hora, tornando-se depois marrom e até marrom-escuro. Em poucos dias, a folha se enrug e cai. A desfolhação é tanto mais forte quanto mais novo for o pé. A desfolhação se dá especialmente na base dos galhos, enquanto o crescimento não é afetado.

Em pés adultos as folhas afetadas não caem tão facilmente como em pés novos. Como o magnésio é essencial para o fornecimento adequado de carboidratos, produzidos pela árvore, da deficiência sempre resulta um crescimento retardado.

As frutas são anormalmente pequenas, numerosas, pálidas e de qualidade inferior.

A deficiência de magnésio é muito comum nas culturas das melancias e provoca o que é denominado “mancha preta”. Estes sintomas são comuns, porque geralmente se usa uma adubação em N : P : K na cova, omitindo-se o magnésio. Em campos não adubados, a “mancha preta” é muito menos observada e, quando aparece, nunca é desastrosa, porque o equilíbrio do potássio “compound” não foi perturbado pela adubação unilateral de um dos seus componentes. Como já foi esclarecido quando tratamos de outras culturas, a adubação unilateral de potássio provoca sérios danos por causa do balanço desequilibrado pelo cálcio ou pelo magnésio.

MELANCIA
(*Citrullus*
vulgaris)
(132)

“mancha preta”

Como a deficiência em magnésio sempre aparece primeiro na época vegetativa, os primeiros sintomas na melancia são constituídos por uma clorose mosqueada nas folhas mais velhas e pontinhos necróticos de cor marrom-escuro, espalhados por todo o limbo

Deficiência em
magnésio
As margens
rasgam

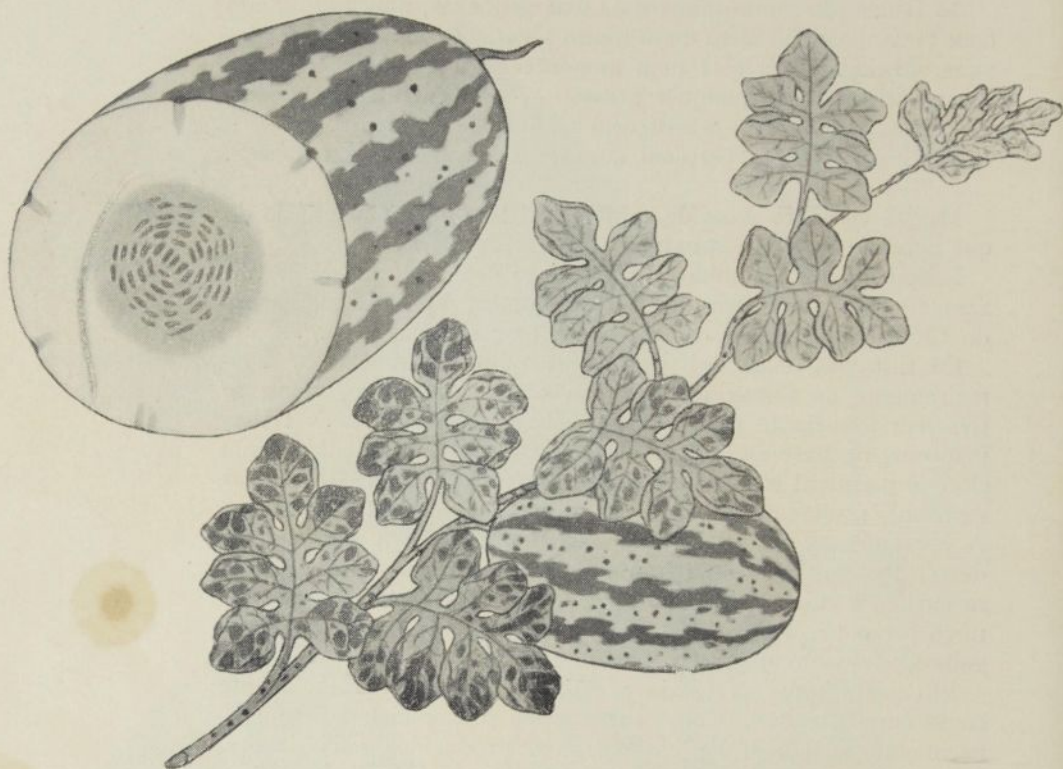


Fig. 50 — As folhas mais velhas tornam-se cloróticas, com manchinhas necróticas e morrem logo. As folhas mortas são muito quebradiças, devido à deficiência em magnésio.

Desenvolvem-se manchas pretas nos caules, pecíolos e frutas e igualmente a ponta do cipó desbota. A maioria das flôres murcha e cai, sem formar frutas. As plantas inteiras morrem, especialmente em épocas secas.

foliar. As folhas tornam-se quebradiças, fazendo barulho como papel, as margens rasgam, quando estão mortas. Geralmente, quando no período da formação das frutas, há uns 8 ou 10 dias meio secos, aparecendo pontinhos pretos tanto no troncos e pecíolos como também nas frutas já desenvolvidas. Estas manchas nas frutas reduzem o valor destas, pois têm sempre uma polpa seca por baixo. Os pontos vegetativos, isto é, as pontas dos cipós, apresentam então um aspecto clorótico, morrendo logo. Igualmente morrem as flôres, sem formar frutas, dando prejuízo enorme ao plantador.

Os sintomas desta deficiência sempre podem ser facilmente reconhecidos.

MILHO
(52, 77)

As folhas mais velhas apresentam estrias amareladas, paralelas às nervuras. Com o tempo estas linhas branqueiam. Mais tarde o tecido clorótico seca e morre.

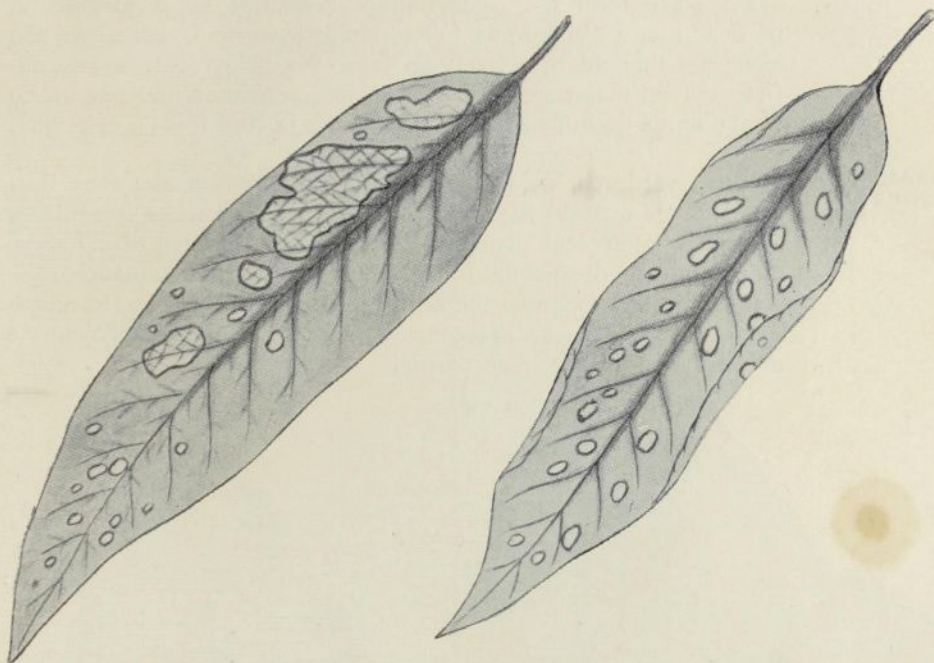


Fig. 65 — Nas folhas do pessegueiro, mais próximas da base dos galhos novos, aparecem manchas cloróticas, bordadas de púrpura. Estas manchas tornam-se logo necróticas, exibindo o quadro típico da deficiência em magnésio.

Neste caso a deficiência pronunciada é atribuída especialmente à carência desse elemento nos solos, onde é fixado ou lavado. Principalmente o uso permanente de salitre do Chile, isto é, de sódio, que é contido no salitre, acelera a lavagem de magnésio.

O magnésio influi muito na uniformidade da maturação das culturas em geral e das de verduras em particular, e também no tamanho das frutas e raízes e na qualidade comercial. Nas folhas dos nabos desenvolvem-se manchas necróticas em volta da margem, as quais vão secando e caindo, enquanto a folha inteira é desigualmente manchada por áreas cloróticas. (fig. 66 N.º 2).

NABO,
RABANETE,
etc.
(14, 182)

Geralmente depois das primeiras chuvas pesadas do verão, quando as folhas já estão maduras, os primeiros sintomas de deficiência se desenvolvem. No início, manchas escuras, aguadas aparecem nas folhas da base dos galhos do ano em curso. Estas manchas são bordadas de áreas purpuradas, necróticas. Em

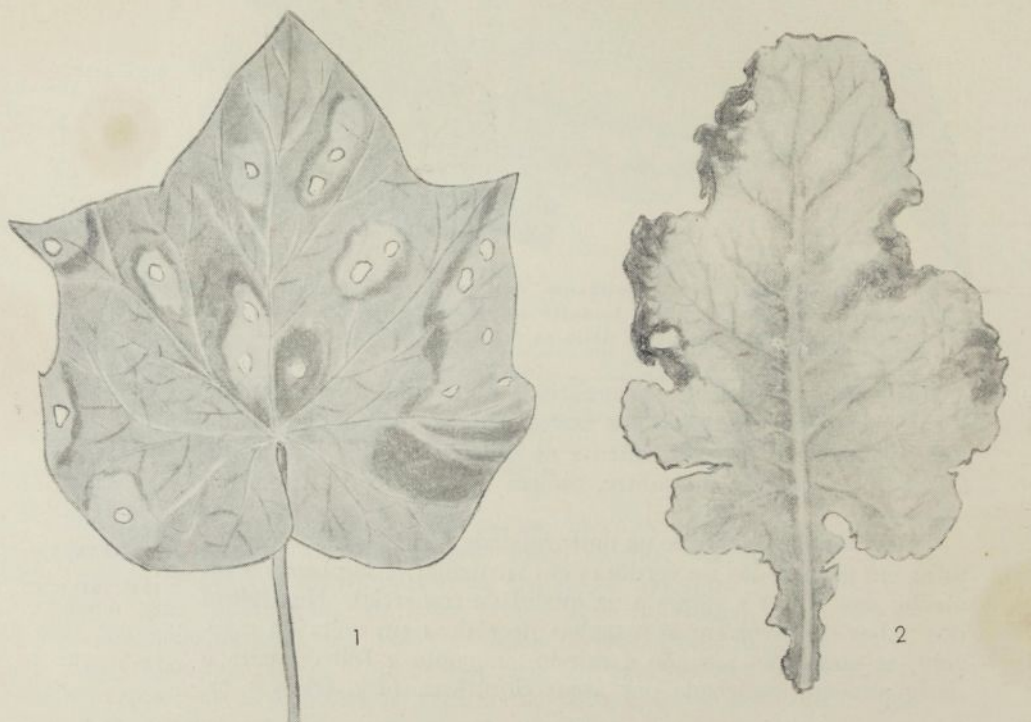
PESSE-
GUEIRO
(63, 132)

poucos dias, tais manchas tornar-se-ão de um branco-cinzento ou branco-esverdeado. Depois da próxima chuva, elas tomam uma coloração marrom; poucos dias mais, e as folhas caem.

Pode acontecer que a desfolhação continue até a metade do pé ficar nua e somente as folhas imaturas restem. Estes pés são excepcionalmente suscetíveis ao frio. Na primavera, os pés deficientes em magnésio costumam a brotar, permanecendo por muito tempo ainda desnudados no meio dos pés já com folhas. (fig. 65).

ABÓBORA E
CHUCHU
(27, 132)

Estas verduras, da mesma família, apresentam sintomas bem semelhantes quando lhes falta o magnésio. Manchas irregulares e aguadas aparecem primeiro nas pontas e margens das folhas, espalhando-se depois na folha inteira. Quando as manchas se alargam, tomam uma cor cinzenta, e apresentam um centro morto e esbranquiçado. As margens das folhas rasgam facilmente e as partes secas são quebradiças.



1 — CHUCHU (*Sedum edule*)

2 — NABO (*Brassica napus*)

Fig. 66 — Quando está faltando o magnésio na dieta do chuchu, manchas necróticas, começando nas margens da folha, espalham-se por todo limbo. Estas áreas são quebradiças e caem.

No nabo, as áreas necróticas estão confinadas à margem, também caindo logo.

As folhas podem permanecer, porém, por muito tempo no pé antes de caírem.

As folhas inferiores apresentam primeiro manchas irregulares, espalhadas em todo limbo foliar, que se encrespa levemente.

REPÓLHO,
COUVE, etc.
(181)

Em estado avançado essas áreas cloróticas amarelecem ou branqueiam, vão morrendo e caindo. As margens das folhas — as primeiras partes afetadas da folha — tornam-se marrons. Em estado avançado é fácil de reconhecer, mas é preciso sempre não confundir as manifestações da deficiência em magnésio com as em potássio, onde as folhas tornam-se levemente roxas não sendo mosqueadas.

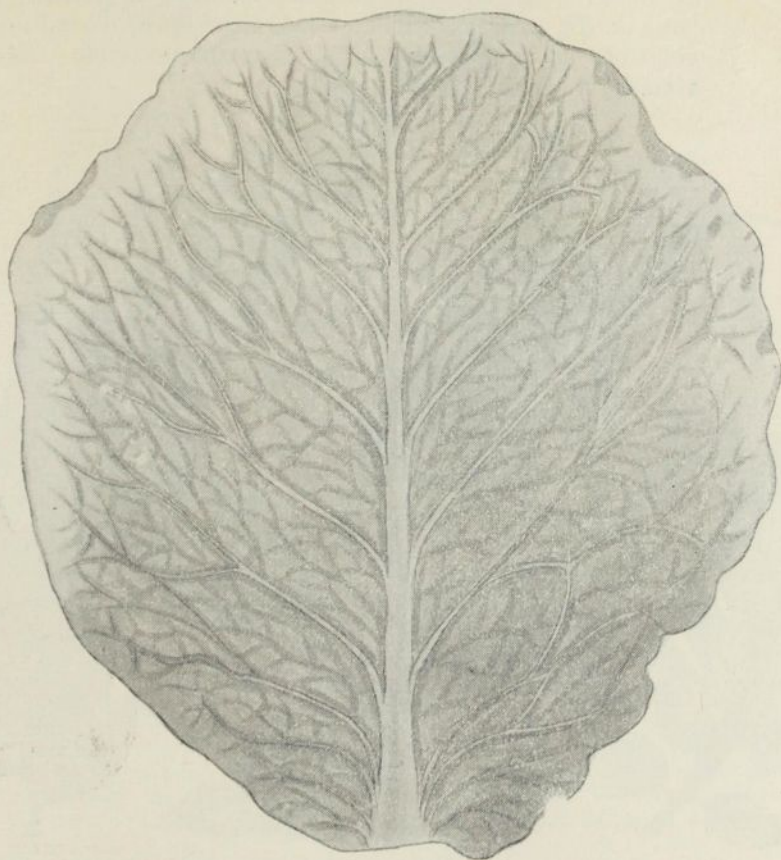


Fig. 67 — Na deficiência em magnésio uma clorose começa nas margens das folhas do repólho, espalhando-se sobre o limbo inteiro em manchas irregulares. As partes com estas manchas amarelecem e morrem.

TOMATEIRO
(46, 181)

As folhas, mesmo verdes, são muito quebradiças e têm a tendência de se curvarem para baixo. As nervuras permanecem verdes enquanto o tecido entre as nervuras desbota e, finalmente, amarela. A cor amarela aumenta em intensidade à medida que se afasta das nervuras. As áreas amarelas finalmente tornam-se marrons, morrem e caem.

A deficiência é extremamente pronunciada quando as frutas estão formadas. Na maioria dos casos, o pé morre quando as primeiras frutas estão amadurecendo.

Uma pulverização com uma solução a 1% de sulfato de magnésio na calda borladesa remedia esse mal.

TRIGO
(63, 132)

As plantas deficientes são pequenas e cloróticas. Com o tempo, as folhas mais velhas apresentam manchas necróticas, irregulares de cor amarela. Linhas finas, amarelas aparecem no tecido enquanto as pontas das folhas já estão morrendo. As folhas afetadas morrem.



Fig. 68 — A deficiência em magnésio manifesta-se nos tomateiros quando as primeiras frutas estão formadas. Manchas cloróticas aparecem espalhadas por toda a folha. A folha inteira torna-se amarela, enquanto as partes com as manchas necróticas morrem, tomando uma cor marrom. As folhas são extremamente quebradiças.

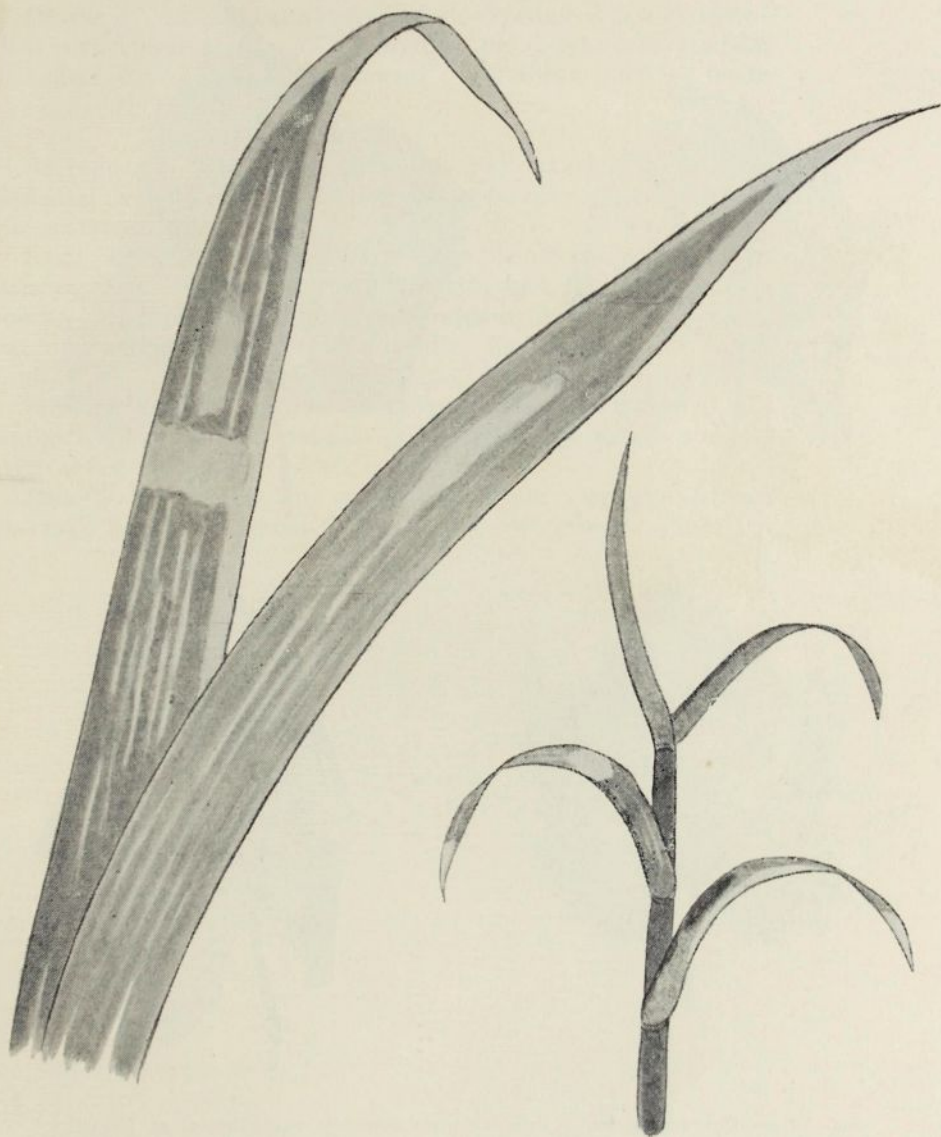


Fig. 69 — Finas linhas amarelas aparecem entre a nervura das folhas um pouco cloróticas. As pontas das folhas morrem e manchas necróticas aparecem nas folhas afetadas, que logo morrem. Estes são os sinais típicos da deficiência em magnésio no trigo.

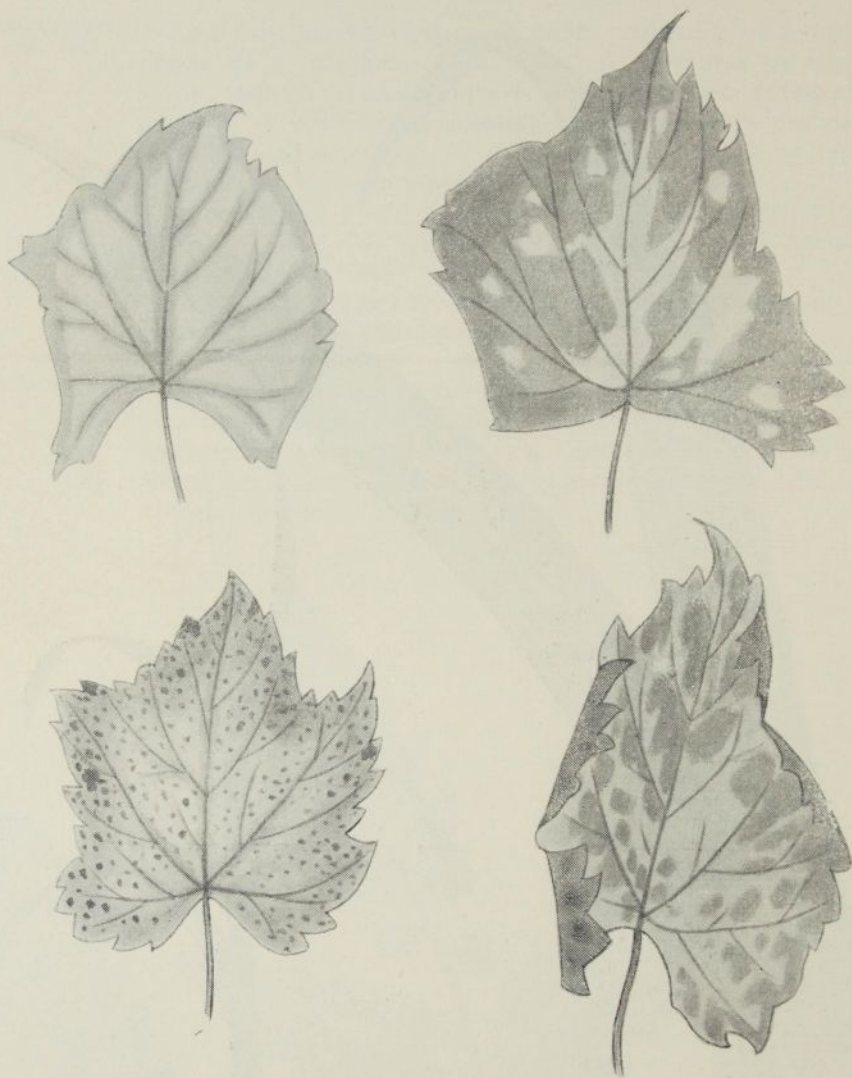


Fig. 70 — Quando aparece a deficiência em magnésio nas videiras, as folhas maduras ficam um tanto cloróticas. Manchinhas vermelhas espalham-se por toda a folha. A folha enrola logo as margens, torna-se necrótica e morre inteiramente. Nas folhas mais novas, a clorose marginal e intervenal, seguidas de necrose, são característicos da deficiência.

De vez em quando caem, mas quando o tempo é favorável podem permanecer ainda muito tempo no pé. Neste caso também as folhas secas são excepcionalmente quebradiças. O trigo tende a acamar-se.

As folhas do meio das ramas apresentam manchas irregulares, aguadas, as quais mais tarde tornam-se necróticas, tomando uma cor marrom.

VIDEIRA
(63)

Essas manchas necróticas — a princípio de cor verde — ficam espalhadas por todo o limbo foliar, que se encrespa levemente. As margens dessas folhas enrolam um pouco quando a necrose marginal se vai estabelecendo. As folhas mortas apresentam um tom levemente purpúreo.

Em folhas novas, a clorose intervenal e a necrose marginal, são muito comuns apresentando o quadro típico de tecido amarelo com veias verdes.

Pode-se acrescentar que a deficiência em magnésio é uma das mais freqüentes e mais sérias em todos os vinhedos. (fig. 70).

B O R O

DEFICIÊNCIA

Muito comum
em nosso país

Convém notar, antes de tudo, que esta deficiência é uma das mais comuns em nosso país, causando o fracasso total de muitas culturas, especialmente da mandioca, batatinha, café, banana, citrus e fumo. A maioria, porém, atribuiu os sintomas desta carença a vírus, bactérias, fungos, brocas e outras pragas e moléstias, apesar de não ser devida a nenhuma dessas causas. Admitimos, porém, que muitas vezes um ataque secundário, — seja pelas bactérias, seja pelos insetos — pode ocorrer, estragando por completo a planta já enfraquecida. Mas esses ataques nunca são a causa desses sintomas, mas somente a consequência desta deficiência.

Infecções
secundárias
24, 135)

Fator ativo da
multiplicação
celular

Como o boro é um fator ativo na multiplicação das células do meristema, a sua deficiência causa sempre: a morte dos pontos vegetativos dos brotos e raízes, a falta de botões, desintegração do tecido vascular e o colapso e escurecimento de todos os tecidos novos e, por isso, moles, e o transporte das matérias nutritivas às partes axilares da planta, o que provoca o tão conhecido superbrotamento (150).

Morre o ponto
vegetativo

O fenômeno típico desta deficiência é que as folhas do brôto perdem o seu brilho, enquanto uma clorose moderada se desenvolve, mostrando-se sempre mais forte na base do que na ponta das folhas. O ponto vegetativo entra logo em colapso, morrendo em seguida. Cessa o crescimento da planta (16).

Superbrotação
"envassouramento"

A morte do ponto de crescimento segue-se sempre uma superbrotação da planta que continua viva. Essa brotação superabundante se dá especialmente em volta desse ponto morto. Em casos severos morre a planta inteira de cima para baixo, sem que as folhas murchem primeiro e sem que haja clorose nenhuma.

Os botões caem. Caem também as frutas novas, quando a deficiência aparece mais tarde na época. Muitas folhas ficam deformadas. A deficiência em boro é sempre mais forte em tempos secos. Em anos chuvosos pode desaparecer completamente e a mesma gleba que não deu safra por causa da deficiência em boro, pode produzir bem.



1 e 2 — Alface
(*Lactuca sativa*)

3, 4 e 5 — Batata-doce (3 deficiente, 4 normal)
(*Ipomoea batatas*)

Fig. 71 — Quando falta o boro na dieta da alface, o "coração" morre. As folhas do ponto vegetativo são aleijadas e enrolam a margem para trás. Na batata-doce, as ramas são bem mais curtas que normalmente. Os pecíolos são tortos. Os pontos de cipós apresentam, muitas vêzes, um "torrão" de folhas. As batatas são deformadas, com cascas ásperas, grossas e cheias de excreções escuras.

Sintomas nas raízes

As raízes das plantas afetadas sempre apresentam sérias modificações. As pontas das raízes morrem assim como o ponto vegetativo e, manchas necróticas, de coloração escura, aparecem. As raízes são fibrosas, privadas de amido e por isso aguadas. A sua casca é muitas vezes áspera, fendilhada, cheia de excreções escuras. Ocorre a desintegração do tecido interno, formando o tão conhecido "coração marrom" e ôco.

"Cork"

As frutas como as nervuras das folhas, exibem o característico "cork" interno e externo.

São especialmente exigentes: arroz, milho, café, citrus, mandioca, couve-flor, etc. (108).

**ALFACE
(*Lactuca sativa*)
(76)**

A gravidade desta deficiência tem estreitas relações com a umidade da terra, isto é, em tempos secos a deficiência é muito mais pronunciada e pode desaparecer completamente em tempos chuvosos. O sintoma característico na alface é a deformação das folhas de maior crescimento ("coração"). As pontas dessas folhas ficam cloróticas, pintadas, assumindo mais tarde uma aparência de terem sido queimadas. O crescimento se paralisa, tanto o do ponto vegetativo, como das margens foliares, do que resultam folhas um tanto crêspas e dobradas para o verso. Os pontinhos cloróticos aumentam em tamanho e número nas folhas mais novas, enquanto as mais velhas nunca são afetadas. Aparecem manchas pretas também nos pecíolos e nos caules e finalmente o ponto de crescimento morre.

**ALGO-
DOEIRO
(76)**

Quando plantinhas bem novas são afetadas, as plantas inteiras podem morrer.

As folhas do ponto vegetativo tornam-se cloróticas e — em casos mais sérios — os botões abrem mas caem sem poder formar frutos. De modo que os algodoeiros, sofrendo da deficiência em boro, produzem muito poucos frutos. O crescimento terminal fica paralisado, enquanto cresce anormal quantidade de galhos laterais; as plantas aparecem tufosas e envassouradas, ficando sempre pequenas.

**AMENDOIM
(22)**

As folhas maduras têm áreas côncavas no lado inferior. Formam-se manchas necróticas perto da margem (22).

**ARROZ
(81, 132)**

Reage prontamente à falta de boro. Se houver deficiência de B, Mn, Zn ou Cl o arroz nunca chega a amadurecer (81).

**BANANEIRA
(132)**

A deficiência em boro é, segundo a variedade de bananeira, mais ou menos pronunciada. A banana-maçã é especialmente muito intolerante a esta deficiência.



Fig. 72 — Bem no início das manifestações da deficiência em boro, a bananeira quase não apresenta descoloração nenhuma, apesar da clorose pronunciada do ponto vegetativo. Manchas pardacentas, aguadas aparecem no meio da fôlha, perto da nervura principal. Manchas pretas e amareladas surgem no tronco que é côr-de-rosa. Pode-se notar também um tom rosado nas beiras dos pecíolos; as fôlhas velhas são deformadas. O tecido das suas pontas morre e cai. As pontas das fôlhas são pronunciadamente repartidas.

A falta de boro se dá principalmente em bananais que são plantados em terrenos secos, muito ácidos, com nível freático muito baixo. Como a banana é planta que precisa de muita água, é excepcionalmente sensível à falta desse elemento e por isso facilmente sofre a falta de boro, elemento intimamente relacionado com a umidade da terra.

O primeiro sintoma é uma clorose moderada das folhas mais novas, que permanecem muito tempo enroladas. Geralmente essas folhas não abrem mais normalmente, ficando deformadas



Fig. 72 A — O cacho de fruta aparece prematuramente, é fraco e sem vigor. As bananas formadas são cheias de pedras de oxalato de cálcio na polpa, que tem sabor amargo e apresentam "cork" na casca. A casca dessas frutas racha-se facilmente.

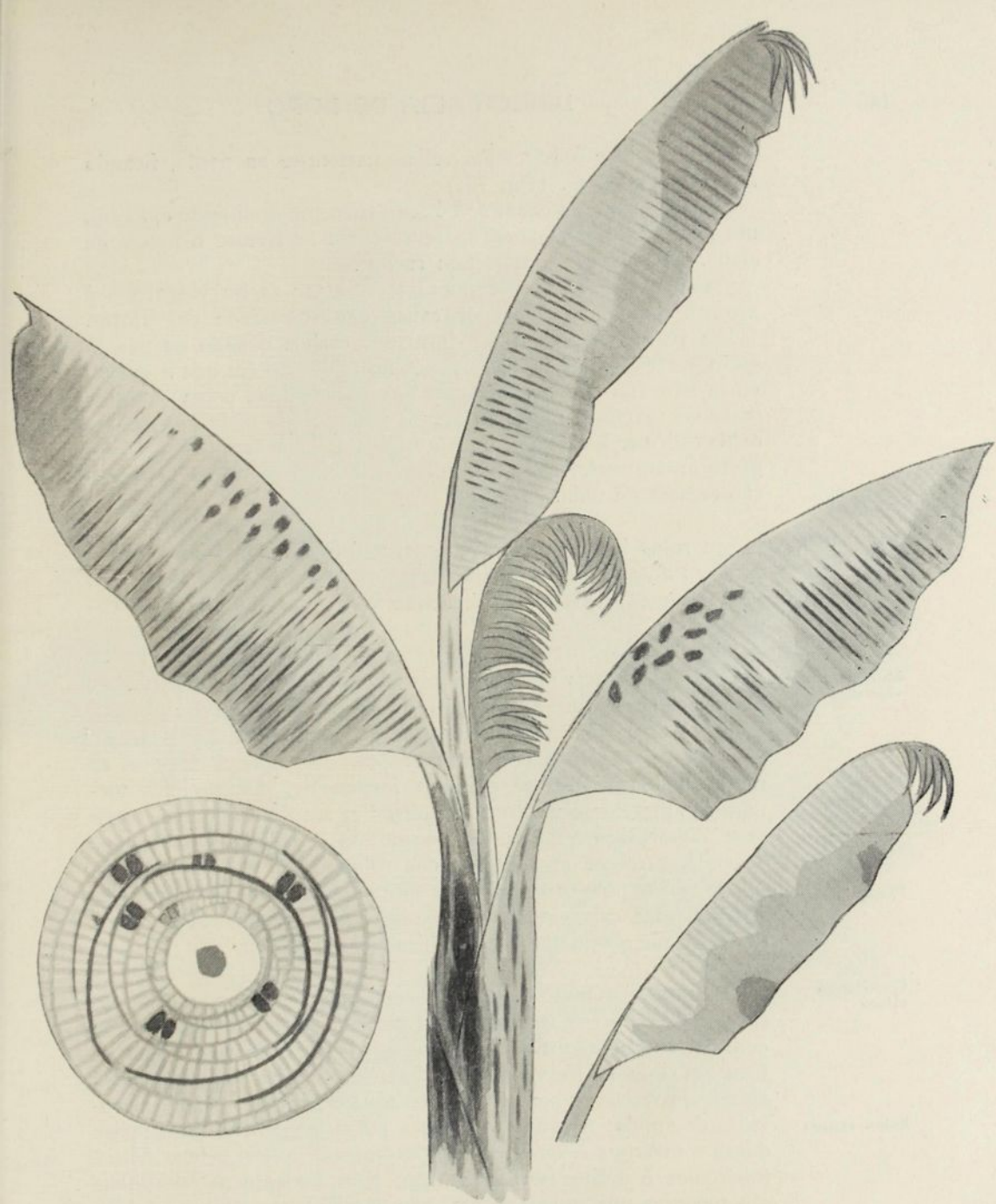


Fig. 73 — Quando a deficiência em boro é mais avançada, a folha mais nova morre. As folhas mais velhas exibem pontas mortas, curvadas para trás. A clorose das folhas já é bastante pronunciada. As margens das folhas são necróticas e mortas. Manchas pretas aparecem tanto nas folhas como nos troncos. Os troncos cortados exalam um cheiro fétido, são completamente privados de amido, muito aguados, com grandes manchas pretas, de tecido podre. O centro do tronco apresenta-se podre também.

e aleijadas. As folhas mais velhas partem-se na ponta, ficando a nervura saliente. (fig. 73.)

O crescimento da bananeira é sensivelmente diminuído e, assim, um pé de três anos pode aparecer como se tivesse 6 meses de idade. Esses pés nunca soltam cachos.

Quando a deficiência é muito leve, e um cacho vinga, ele é sempre muito pequeno, por causa da esterilidade das flôres.

Em regra, só podem ser formados cachos quando os pés já estão perfeitamente desenvolvidos, no momento em que a deficiência se torna aguda. As frutas apresentam uma polpa cheia de manchas marrons, mortas, duras e secas, o que nada mais é que o "cork" interno. Elas nunca atingem bom tamanho e tem um gosto amarguento. Assim, a deficiência em boro torna a produção escassa ou nula.

BATATINHA (155)

Em solos leves, muito arenosos, a deficiência em boro não é rara em nosso país. Principalmente os tubérculos das batatinhas são seriamente afetados, perdendo completamente o valor comercial.

Morre o ponto vegetativo

Os sintomas nas plantas só raramente podem ser observados. O único que sempre aparece é o crescimento tufoso das plantas, que, devido ao elevado número de brotos laterais, permanecem pequenas. As folhas são mais grossas que normalmente e as margens dos lóbulos se enrolam fortemente. Os pecíolos tornam-se amarelos e muito quebradiços e, em casos graves, surge uma pigmentação rosada e até mesmo purpúrea. Os pontos vegetativos, como as margens das folhas mais velhas, morrem.

"Sarna"

Em solos pobres de matéria orgânica e com estrutura deficiente, uma calagem pode desequilibrar de tal maneira a dieta de boro, que a colheita fica inutilizada pela "Sarna".

Crescimento tufoso

Os entrenós, tanto na planta como nos estolhos, são muito curtos. Os tubérculos produzidos têm uma casca grossa, áspera com excreções escuras e, em casos graves, cobertos, como se fôra um eczema. Fervendo estas batatinhas, uma boa parte delas fica inaproveitável, completamente aguada, porque estão desprovidas de amido. Às vezes, mesmo a polpa está cheia de manchas duras e marrons e acontece, não raramente, que o centro destes tubérculos é muito fibroso ou ôco. Não somente as batatinhas são menores que normalmente, mas também seu número é bastante reduzido. Estão, muitas vezes, cobertas de "sarna". Quando cozidas, a casca gruda na polpa que tem gosto amargo.

Polpa aguada

Centro ôco

Em tempos chuvosos, o mesmo terreno pode produzir uma boa safra de batatinhas normais.

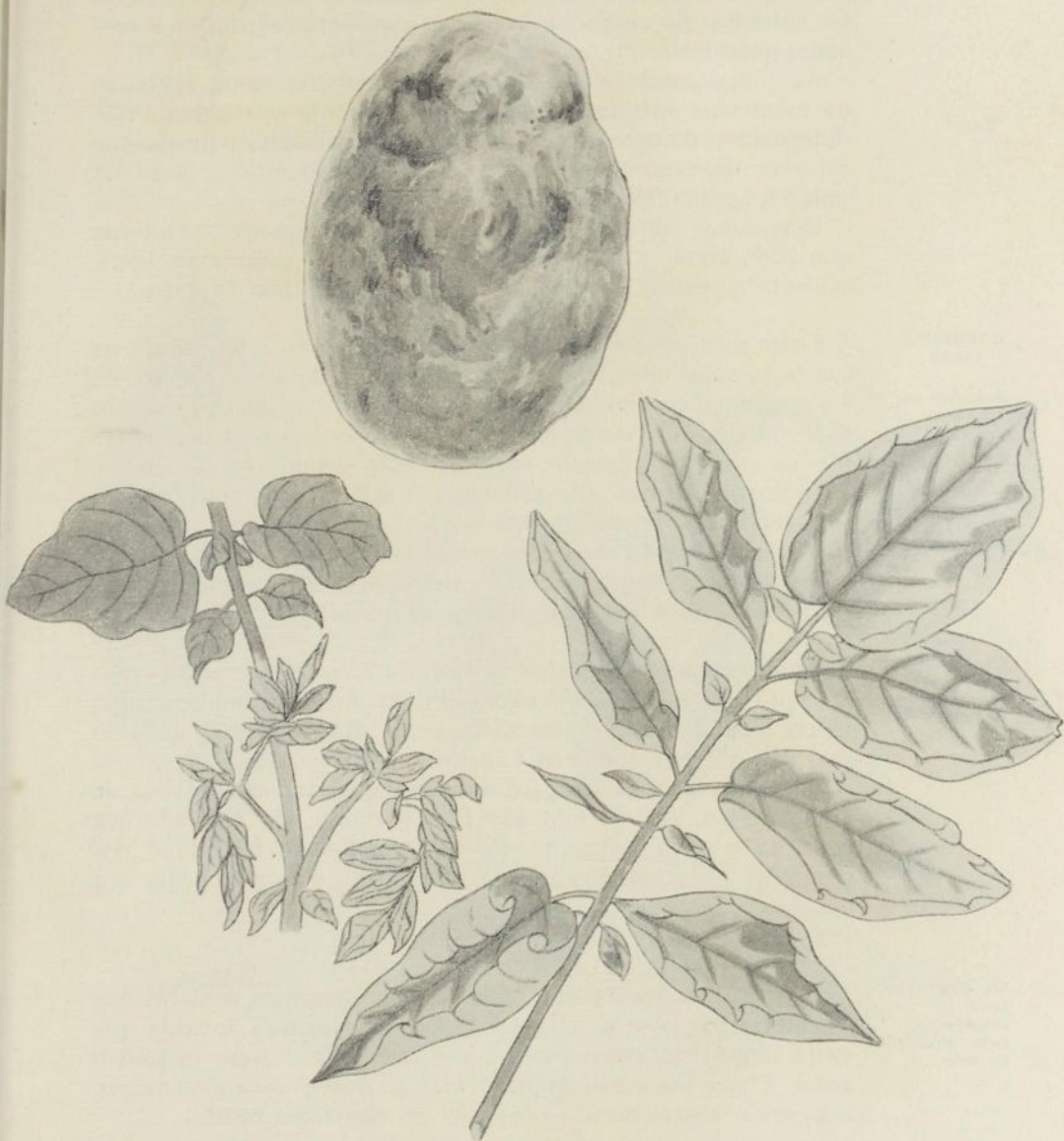


Fig. 74 — As folhas dos pontos vegetativos são deformadas e aleijadas, com pronunciada clorose e coloração rosada, quando falta o boro na dieta da batatinha. As folhas superiores, fortemente cloróticas, apresentam também uma coloração rosada, com a margem dos lóbulos enroladas. Os tubérculos exibem uma casca áspera, cheia de excreções escuras.

BATATA-DOCE
(42)

É muito acentuada, nesta planta, a restrição de crescimento por causa da paralisação do desenvolvimento terminal dos cipós. Os entrenós são muito curtos. Os pecíolos crescem tortos e curvados principalmente os terminais.

"Scab"

As folhas mais velhas tornam-se amarelas e caem, enquanto os tubérculos sofrem de degeneração interna e externa. São deformados, de casca áspera e grossa, muitas vezes parcialmente cobertos de escama escura, de exsudações escuras e secas. A polpa é aguada. (fig. 71).

Estas áreas "doentes" apresentam também uma necrose interna que pode afetar a polpa até o centro ou, em casos mais leves, somente a camada cambial, isto é, a zona próxima da casca.

CAFEIEIRO
(132)**Exigente em elementos raros**

Como o cafeeiro é planta dum ambiente pouco ácido, tendo na sua terra natal um pH 5 e suportando perfeitamente um pH de 4,5, podemos concluir que esta rubiácea é bastante exigente em elementos raros. Assim, não é fato raro perderem os nossos cafeeiros consideravelmente em volume, podendo isso acontecer, em solos mais leves, nos primeiros 6 a 8 anos de cultura. Em solos argilosos, principalmente em terra roxa legítima, podemos contar uns 30 a 40 anos com safras boas.

Tem-se como regra entre os cafeicultores que o cafeeiro perdura enquanto a raiz não esbarra na rocha.

Esgotamento da terra em elementos raros

Significa isso que o cafeeiro esgota a terra, procurando o seu alimento em camadas do solo cada vez mais profundas e que morre quando acaba de esgotar a terra. Mas, o esgotamento do solo não abrange todos os minerais. O terreno de um cafézal abandonado, geralmente produz safras mais ou menos boas de milho, feijão, etc. O solo não fica, portanto, tão esgotado que nada mais possa produzir. Do que geralmente falamos é dos chamados elementos maiores, como o fósforo, o nitrogênio e o potássio.

E os elementos menores?

Os elementos raros responsáveis pela qualidade do café

O cafeeiro é planta mais exigente em elementos menores que a maioria das nossas culturas. Não existe cultura agrícola que exija tantos elementos raros como o cafeeiro. Nem mesmo o arroz. O que faz a qualidade do café não é tanto o sombreamento, mas sim o abastecimento adequado em elementos raros.

"Dieback" e superbrota-mento

A deficiência em boro, quando aparece sozinho, causa, além do "dieback" dos brotos e do envassouramento, folhas mais escuras, reduzidas em tamanho, com um tom purpúreo. As folhas assumem uma posição horizontal, formando um ângulo reto com

o galho. Isso é bem significativo para as deficiências em boro e enxôfre. Normalmente as folhas assumem uma posição um pouco inclinada, formando um ângulo de 50 a 60 graus.

As folhas novas quase sempre ficam dobradas e apresentam nervuras pronunciadamente salientes. As folhas mais novas são de cor vermelho-vivo, esverdeando mais tarde.

Aparecem muitas vezes vários frutos num entrenó, mas geralmente a maioria não amadurece, enegrecendo quando ainda pequenos. Em casos muito graves, temos os sintomas seguintes:



Fig. 75 — A deficiência em boro puro, produz sintomas muito característicos no cafeeiro. O ponto vegetativo morre, seguindo-se a isso um superbrotamento em volta dele. Mas também estes brotos morrem antes de enlenhar. As folhas são todas dobradas, com pronunciada pigmentação purpúrea em cima do verde. As folhas mais novas têm uma cor vermelho-vivo. As suas nervuras são convexas. O tamanho dessas folhas é reduzido.



Fig. 76 — Geralmente a deficiência em boro aparece junto com a de manganês. Neste caso, a morte do ponto vegetativo, e o superbrotamento são ainda mais pronunciados, mas as folhas são cloróticas, muito reduzidas em tamanho e muitas delas com o desenho típico da deficiência de manganês. Os galhos das frutas apresentam pontas mortas e às vêzes a metade d'esses ramos morre. Encontram-se frutos de tôdas as idades, dos maduros até os mais novos. Muitos d'êles caem, e uma boa parte enegrece, permanecendo por muito tempo no pé.

As folhas amarelecem um pouco, apresentando muitas manchas aguadas, transparentes, de cor pardacenta. De vez em quando elas se encrespam um pouco, devido ao crescimento desigual do tecido. Essas folhas são jogadas antes de secar. Os galhos da ponta da copa começam a secar e o comportamento do pé é muito ereto e tufoso. As frutas enegrecem ainda verdes e caem prematuramente, não prestando para nada. O "dieback" dos pés é considerável.

Isso acontece especialmente em tempos secos e o fenômeno é mais acentuado nos lados expostos ao sol.

Geralmente aparece secundariamente um ataque fungiano que contribui bastante para a morte rápida dos cafeeiros afetados.

Manchas pretas aparecem no tronco e nas raízes. As pontas das raízes morrem e a casca dos troncos está fendilhando.

Por enquanto, no Brasil, onde o cafeeiro é plantado em terras férteis e profundas, estes sintomas, apesar de aparecerem frequentemente, nunca são ainda tão pronunciados como na África belga, onde essa deficiência está devastando os cafezais em poucos meses. Em nosso país a deficiência em boro geralmente aparece junto com a de manganês ou zinco, o que, às vezes, causa confusão. Quando aparecem duas deficiências duma vez só, permanece o superbrotamento, como também o "dieback" dos galhos, mas as folhas apresentam desenho típico da carência em manganês ou zinco. Quando há ao mesmo tempo falta de boro e zinco, a desfolhação e o "dieback" são ainda mais intensos.

O seu crescimento é sempre retardado e a planta apresenta manchas aguadas nas folhas apicais, dando-lhes a aparência de estriadas. Mais tarde desenvolvem-se lesões vermelhas que racham. Em baixo do ápice, as canas apresentam estrias marrons. Morre o brôto terminal. Geralmente com o início da seca, isto é, quando começa a safra, as canas racham, exibindo uma cor vermelho-vivo que abrange também grande parte do seu interior. Essas canas, que, às vezes, são descoloradas em dois terços, nada acusam por fora. São de péssima brotação quando usadas como roletes para plantio.

CANA-DE
AÇÚCAR
(132, 106)

Descoloração
vermelha da
cana por dentro

Com as rachaduras das canas apresenta-se também um "cork" na nervura principal das folhas.

O que, porém, é muito mais desagradável é, que não somente a pureza desta cana é afetada, mas que igualmente a fibrosidade aumenta consideravelmente. Isto é, o rendimento tanto em caldo como em açúcar correspondente ao caldo, diminui ou, em outras palavras, a relação entre o bagaço e caldo e entre caldo e açúcar, torna-se menos favorável.

"Cork"

"Hoagland-
solução"
(72)

Nessa ocasião deve ser mencionado também a grande influência da chamada "Hoagland-solução" para o pêso da cana. Esta solução contém sais de lítio, cobre, zinco, alumínio, níquel, cobalto, ácido bórico, manganês e outros elementos raros.

Pulverizando os canaviais com esta solução, pode-se obter um aumento considerável do pêso da cana, o que indica que a maioria das terras deve ser deficiente nesses elementos, visivelmente necessários para a produção de boa cana.

CEBOLA
(167)

As plantas têm uma aparência característica: mal desenvolvidas e tortas.

A côr das folhas varia de verde-pardo até verde-azulado-escuro.

As folhas mais novas desenvolvem com manchas características amarelas, irregulares. Lesões aparecem, seguidas pela rachadura do lado superior das folhas básicas. As folhas tornam-se retas e quebradiças. Os bulbos são pequenos e fibrosos.

CENOURA
(70)

As folhas apresentam primeiro margens amareladas que mais tarde ficam com uma coloração avermelhada que avança para o interior da folha. As raízes mostram largas e profundas rachaduras.

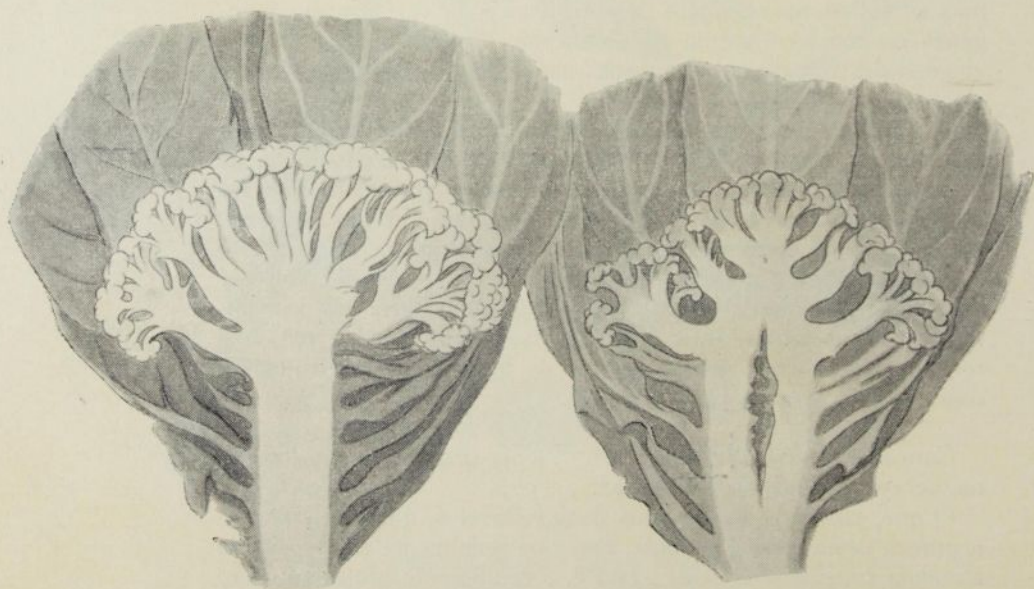


Fig. 77 — Uma mancha aguada aparece no tronco, formando mais tarde uma caverna. O curdo apresenta pronunciada descoloração amarela e até mesmo marrom, quando falta o boro na dieta.

Aparecem pequenas áreas, concêntricas e aguadas no tronco e nas partes que suportam as flôres. O curdo demonstra uma pronunciada descoloração amarela e até mesmo marrom-claro que aumenta com a idade; muitas vezes, aparecem áreas apodrecidas. As folhas novas em volta do curdo são menores que normalmente, e deformadas.

COUVE-
FLOR
Curdo marrom
(29, 38)

Mais tarde, uma caverna grande desenvolve-se nos lugares do tronco e ramas onde inicialmente estavam as manchas aguadas. Quando a deficiência se manifesta bem cedo, na época vegetativa da couve-flor, as plantinhas novas já formam curdos que às vezes nem atingem o tamanho dum punho. Quando a deficiência aparece mais tarde, o crescimento do curdo pode alcançar tamanho normal, mas é sempre mal fechado e descolorado e nunca atinge bom preço no mercado.

A deficiência em boro é muito comum nas plantações de fumo, causando-lhes considerável quebra da safra.

FUMO
94, 95, 96,
97, 98)

As folhas mais novas do ponto vegetativo perdem o seu brilho, mudando do verde para cinzento-verde muito claro. Elas ficam um



Fig. 78 — As folhas dos pontos vegetativos perdem o seu brilho e tornam-se cloróticas. Ao colapso do tecido basal destas folhas segue-se a morte do ponto de crescimento.

pouco tortas. No momento em que esses sintomas aparecem, já parou o crescimento.

Depois, o tecido foliar, perto da base dessas folhas, entra em colapso. Quando, pelo tempo chuvoso ou pela aplicação de boro se dá novo crescimento, antes da morte definitiva do ponto vegetativo, essas folhas ficam muito deformadas, tortas e aleijadas em volta desses tecidos em colapso. Da mesma forma, as folhas terminais das ramas axilares são tortas e às vezes com pontas partidas, apresentando a forma dum garfo.

A morte do ponto vegetativo, causa automaticamente o engrossamento das folhas e um anormal crescimento lateral. As folhas superiores enrolam-se e arqueiam para dentro. Elas são anormalmente claras, duras e quebradiças. Quando a nervura principal se racha, ela apresenta uma coloração escura.

Os botões caem ou, pelo menos, nunca formam cápsulas de sementes. As pontas terminais dos ramos laterais morrem da mesma maneira que o ponto vegetativo central.

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS
(25, 53, 54)

As primeiras notícias desta deficiência chegaram da África do Sul, depois também da Flórida, Califórnia e do Brasil.

Na Flórida esta deficiência em boro é denominada "fruta dura" por causa das impregnações resinosas e gelatinosas na casca e polpa.

Os primeiros sinais da deficiência, são pequenas manchas aguadas, transparentes nas folhas, as quais caem antes de secar. Muitas folhas são deformadas na base por um crescimento adicional. Resulta uma desfolhação prematura e séria do pé acometido. Supõe-se que a desfolhação é devida à má formação das raízes que impedem o abastecimento normal da árvore em água, resultando a murcha precoce das folhas.

"Cork" das
nervuras

Característico é o alargamento das nervuras que racham e apresentam "cork" na superfície superior da folha. Acompanham esses sintomas a morte dos galhos: o "dieback" das árvores.

Os frutos
novos caem

Uma grande parte das frutas cai quando têm mais ou menos um diâmetro de 1,5 a 2 cm até um diâmetro de 4 cm. Todas essas frutas demonstram uma escura descoloração tirante a marrom que abrange o albebo (mesocarpo) da casca. Estas frutinhas, quando partidas com faca, dão a sensação de se estar cortando queijo. A descoloração escura e até mesmo preta atribui-se a impregnação resinosa do tecido. (Fig. 79, Prancha 11).

Depósitos de
borracha na
casca, albebo
e polpa

As frutas maduras são muitas vezes mal formadas, com um albebo anormalmente grosso e com depósitos de borracha no albebo e na polpa, em volta do eixo da fruta. As frutas são

duras e secas. O teor de açúcar do caldo é muito baixo. Em geral, quase não existem sementes formadas.

Lesões escuras na casca tornam as frutas completamente inadequadas para o comércio.

Êstes sintomas são especialmente sérios quando reina uma seca durante a época da formação das frutinhas novas, que em anos com chuvas abundantes na primavera, quase nunca aparecem.

A adubação bórica, seguida de irrigação, produz efeitos satisfatórios. A pulverização dos pés é ainda mais segura, apesar de requerer imperativamente irrigação.

Apesar de ser muito modesta a necessidade das plantas desta espécie nesse elemento, não podem elas vegetar completamente sem boro.

LEGUMI-
NOSAS
(17, 35)

Uma tonelada de alfafa contém somente a porção mínima de 30 g de boro, mas, muitos solos nem podem fornecer esta pequena quantidade.

Necessidade
mínima

A absorção de boro tem relações com o abastecimento de outros elementos, especialmente o de potássio.

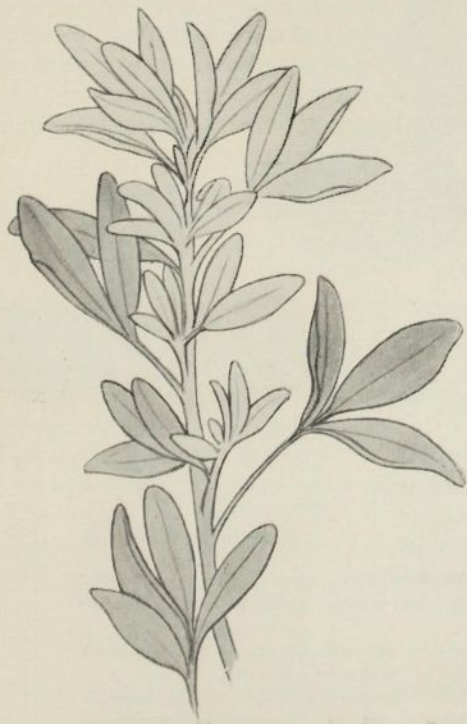


Fig. 80 — O ponto de crescimento toma uma cor amarello-vivo com um tom leve de vermelho.

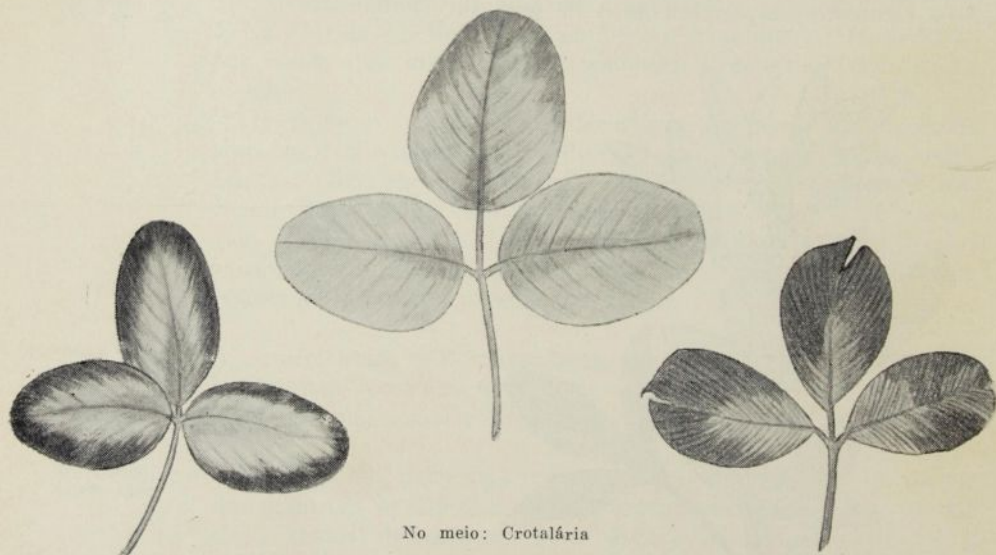
O boro
necessário
para o
abastecimento
em carboidratos

WARINGTON demonstrou, com a *Vicia faba*, que o boro influi tanto na absorção do cálcio como no seu uso eficiente no meristema da planta. Um abastecimento adequado em boro é essencial para o sistema vascular das raízes, para poder fornecer suficiente carboidratos às bactérias noduladoras, evitando assim que elas se tornem parasitas.

Alfafa
(35)

Os sintomas na alfafa receberam a maior atenção por serem mais pronunciados.

As folhas do ponto de crescimento amarelecem, às vezes assumindo uma pigmentação avermelhada, enquanto as folhas inferiores permanecem sãs. Um anormal crescimento lateral começa, mas também aí os pontos terminais apresentam logo a descoloração amarela. Especialmente depois de uma época seca os sintomas são muito pronunciados, mas podem estar completamente ausentes em épocas chuvosas, quando a planta recebe bastante umidade. Geralmente os segundos ou terceiros cortes são muito mais afetados que o primeiro, porque a terra já está mais esgotada neste elemento.



No meio: Crotalária

À esquerda: Trifólio comum

À direita: Lespedeza

Fig. 81 — Na crotalária a deficiência em boro causa uma clorose pronunciada com uma descoloração amarela dos lóbulos com exceção duma parte na base do nervo principal.

No trifólio comum, as margens dos lóbulos são primeiro cloróticas, tomando mais tarde uma descoloração vermelha que pode ser muito pronunciada.

Na lespedeza são somente afetadas as margens e pontas dos lóbulos que apresentam um tom roxo. As pontas, muitas vezes, caem e sempre têm tendência a rachar.

Como o amarelecimento das folhas por causa da deficiência em boro aparece em épocas secas, muitas vezes é atribuído à própria estiagem.

As folhas primeiro amarelecem e mais tarde tornam-se vermelho-vivo. Depois elas assumem uma cor marrom, secam e morrem.

Trifólio

As folhas não desbotam mas tomam somente uma pigmentação purpúrea, como se fossem queimadas pela geada. A pigmentação vermelha afeta somente as margens e pontas das folhas superiores. Mais tarde, esta anormal descoloração espalha-se por todo limbo foliar, inclusive pelas nervuras. As partes afetadas morrem primeiro, depois de tomarem uma cor marrom-escuro e depois da morte desbotam, ficando marrom-claro. Esses sintomas, além de serem mais pronunciados nas folhas superiores, podem aparecer também nas folhas inferiores.

Lespedeza
(*Lespedeza capitata*
Mehx.)
(63)

Assume uma cor amarelo-cinza, com um tom vermelho nas pontas dos lóbulos.

Crotalária
(*Crotalaria tweediana*)

A intoxicação pelo boro produz, especialmente nas folhas das plantas novas, uma margem como que queimada. Essa margem queimada é muito estreita e o seu tecido finíssimo.

As intoxicações se dão geralmente nas plantas bem novas, que sempre se recuperam ao se desenvolverem.

As folhas apicais ficam um tanto mais pálidas. As plantas são um pouco mais compactas. O mais evidente é o ataque bacteriano que causa o murchamento do pé (150).

LINHO
(150)

Esta deficiência é muito comum nos pomares e se verifica tanto em solos ácidos, como em neutros e alcalinos, em trechos muito secos ou muito úmidos.

Aparece, porém, com maior frequência, e mais pronunciada, em anos secos, o que é a regra.

Conforme A. B. BURREL, a deficiência desenvolve-se mais seriamente umas 2 a 8 semanas depois da queda das pétalas.

Um "cork" externo se desenvolve nas frutinhas novas de todas as variedades, mas, segundo a variedade, umas apresentam somente um "cork" superficial, enquanto outras exibem um "cork" interno que estraga completamente a fruta, que se racha. Muitas frutinhas novas caem.

MACIEIRA
(12, 63)

Mais tarde na época vegetativa as folhas das ramas novas desbotam um pouco, enquanto as nervuras pigmentam-se de ver-

Nervuras
salientes

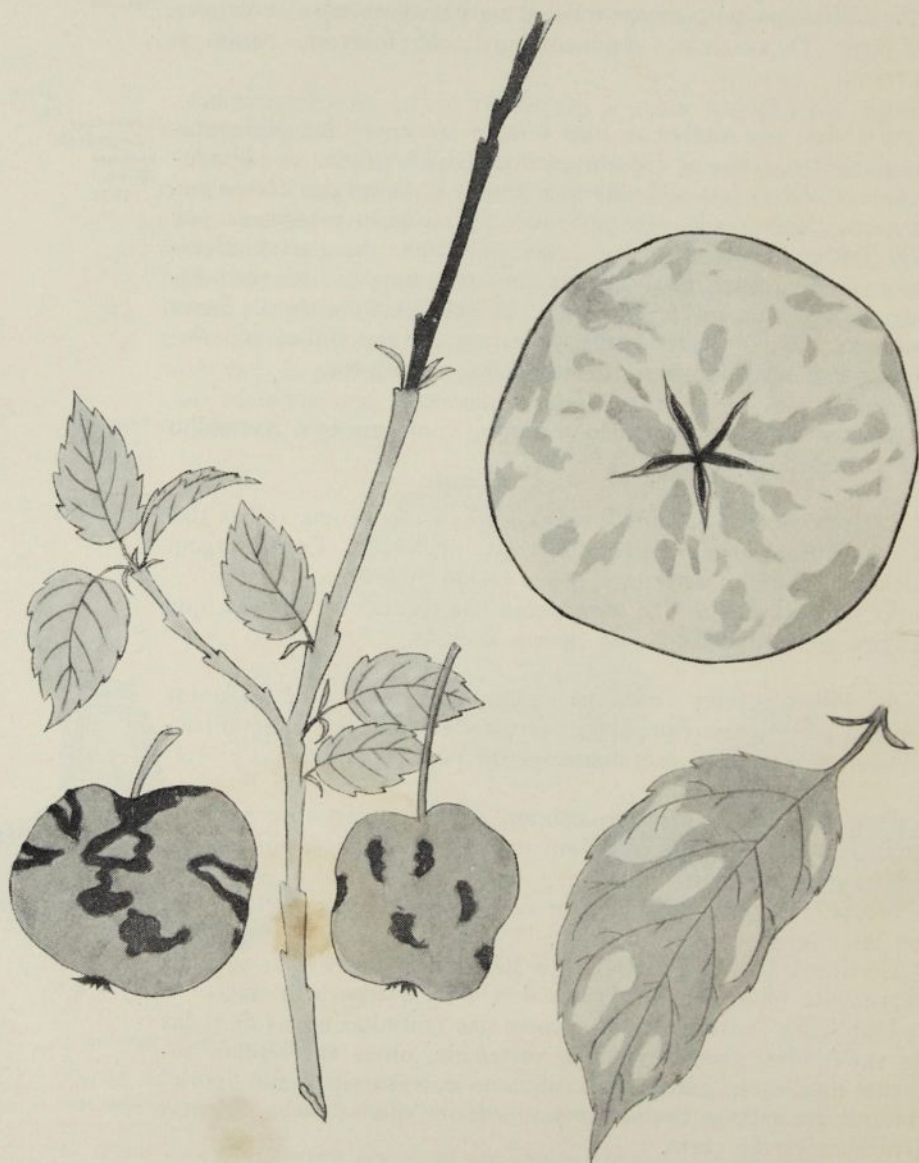


Fig. 82 — Fôlhas deformadas com manchas transparentes, aguadas, aparecem. A desfolhação é muito grave. Os galhos novos morrem logo. As frutas exibem um "cork" interno e externo, segundo sua variedade.

melho. Elas são um pouco tortas e salientes. Manchas transparentes logo se tornam necróticas, especialmente nas pontas e margens das folhas. Ao mesmo tempo aparecem manchas escuras na casca e no câmbio das ramas e galhos. Quando essas áreas se alargam, os galhos morrem, fenômeno êste que se denomina "incipiente dieback" porque progride das pontas para baixo.

Manchas pretas
no câmbio

Mas, estas manifestações são diferentes, segundo a gravidade da deficiência e, por isso podemos distinguir mais de uma espécie de manifestações que começam bem no início da época vegetativa. Os botões normais falham de desenvolver ou, quando aparecem, são fracos e sem vigor, morrendo logo. Os galhos afetados podem morrer e até mesmo os ramos de alguns anos de idade. Em consequência, um número anormal de galhos se desenvolve em baixo das áreas mortas mas morrem logo da mesma maneira, estimulando de novo um brotamento anormal. Êste estado da deficiência em boro é bem conhecido como "vassoura de feiteira" ou simplesmente "envassouramento", o qual se dá tanto em pereiras, rosáceas, tomates, mandioca, etc., como também em tôdas as espécies de *Berberis vulgaris*.

"Vassoura de
feiteira"

A deficiência de boro, neste grau, pode matar um pé de maçã em poucos anos.

A produção de folhas pequenas e deformadas, grossas e quebradiças é comum; elas brotam de nós, separados por entrenós curtos, que causam o efeito de crescimento muito tufoso.

Tôdas essas folhas quase nunca apresentam as margens serradas como é comum, mas sim lisas.

O "cork" externo pode desenvolver-se já duas semanas depois da queda das pétalas. Aparecem áreas cinzentas, aguadas, na superfície das frutinhas novas. Mais tarde desenvolvem-se lesões escuras e duras, e como elas estão na superfície, esta se racha por causa do crescimento da fruta. A superfície das frutas torna-se rachada, enrugada, áspera e geralmente as frutas seriamente afetadas caem, quando têm uns 3 cm de diâmetro. Frutas com pouco "cork" podem permanecer no pé.

"Cork" externo

O "cork" interno, também pode desenvolver-se desde a segunda semana depois da queda das pétalas.

Áreas redondas, aguadas, aparecem na polpa das frutas, que mudam logo de cor, tornando-se marrom-escuro. Essas áreas podem aparecer em todos os lugares da polpa.

Quando o "cork" interno se desenvolve tarde na época vegetativa as maçãs podem amadurecer, mas as manchas escuras ficam secas e têm um paladar decididamente amargo causando o "bitter" das maçãs, — que se consegue curar com uma adubação de

"Cork" interno

Semente
nenhuma

4 g de bórax por pé, com simultânea estrumação, ou quatro pulverização de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em diluição de 1%, no mês que segue a queda das pétalas. (13 A). Estas maçãs amadurecem precocemente e caem cedo. As variedades vermelhas podem mostrar uma côr bronzeada. Quase não se forma nenhuma semente.

PEREIRA
(*Pyrus
communis*)
(84)

Como nas maçãs, acontece também nas peras que — na presença desta deficiência — ficam excessivamente “pedrentas”, pequenas e deformadas.

As variedades suscetíveis a esta deficiência cobrem-se, além disso, com uma camada escura e áspera. Especialmente nas peras, a falta de boro pode inutilizar uma safra inteira para o comércio.

MAMOEIRO
(*Carica papaya*)
(132)

Aparecem manchas pardacentas, aguadas tanto nas folhas e frutas como também no tronco. Essas manchas são formadas de tecido necrótico e são por isso sempre duras.

As frutas atingidas caem muitas vezes precocemente ou murçam no pé.

Quando maduras, elas são bastante pedrentas. As suas sementes são sempre chôchas.

No decorrer do verão, geralmente se quebra a parte apical do pé porque o tecido, em parte morto, não resiste mais ao vento. Dá-se em seguida um brotamento demasiado em volta do ápice quebrado.

MANDIOCA
(*Manihot
utilissima*)
(132)

Em várias partes do nosso país, a deficiência em boro é muito comum nos mandiocaís, especialmente porque são usados para a lavoura da mandioca solos pobres e leves.

“Envassouramento”

Este fenômeno é comumente conhecido pelo nome de “envassouramento da mandioca”.

O aspecto duma planta adulta afetada é o seguinte: superbrotação lateral de tôdas as ramas. Os brotos, porém, são finos e raquíticos e de comprimento reduzido. As suas folhas são geralmente deformadas, miúdas e com os lóbulos ora lisos ora encurvilhados.

Estas folhas amarelecem logo, tornando-se mais tarde bronzeadas.

O ponto vegetativo da planta morre e forma-se um emaranhado dos brotos em volta dêsse ponto de crescimento morto.

Há casos em que a brotação das ramas é tão abundante que o pé de mandioca fica inteiramente coberto com êles, que formam tufos com aparência de vassoura.

Daí vem a denominação vulgar de “envassouramento”.



Fig. 83 — O brôto ainda não enlenhado morre. Um superbrotamento se inicia na base dêste brôto morto. As fôlhas são menores e os lóbulos são em grande parte deformados.

Em casos sérios o pé morre sem murchar ou apresentar qualquer outro sinal.

Raízes aguadas

A medula das ramas de plantas deficientes em boro apresenta um excesso de água. As raízes empobrecidas de amido ficam demasiadamente aguadas e desfazem-se facilmente sob pressão dos dedos. Produzem raspas flácidas com a consistência de borracha. Em outras variedades, aparecem primeiro folhas desbotadas no ápice, espalhando-se essa clorose por toda a planta, que seca totalmente. Surgem manchas escuras na casca e no câmbio das ramas, que vão escurecendo com o tempo.



Fig. 84 — Quando falta o boro na dieta do milho, o brôto permanece enrolado e apresenta uma "orelha branca". As folhas tem estrias e manchas brancas e amarelas. As espigas são pequenas e raquíticas, com sementes chôchas e enrugadas em um de seus lados.

É fato bem conhecido que tôdas as plantas da família das gramineas têm menor necessidade de boro do que, por exemplo, as leguminosas, as verduras ou as árvores frutíferas. Por isso, raramente podemos encontrar conseqüências devastadoras por falta de boro em nossas culturas de milho híbrido. Porém, provoca fre-

MILHO
(109, 125,
63)

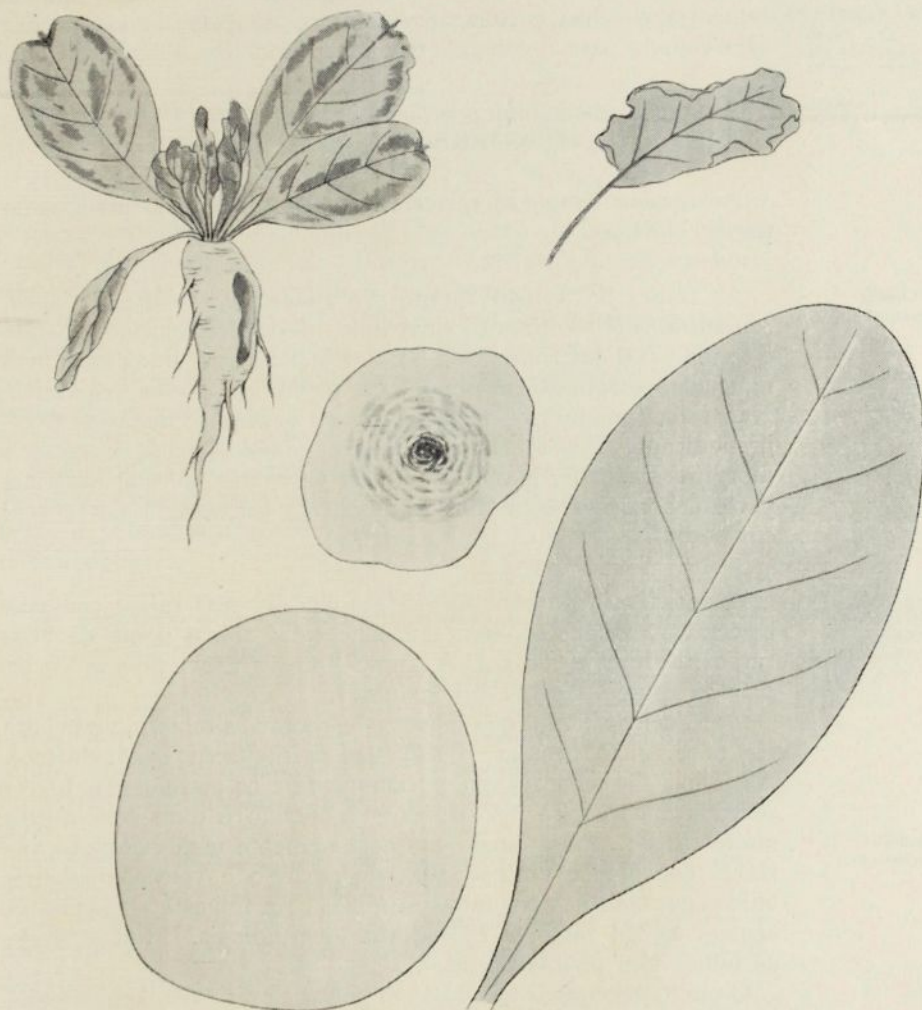


Fig. 85 — Os nabos, rabanetes, beterrabas, etc. manifestam a deficiência em boro todos da mesma maneira. As folhas mais novas tornam-se um tanto cloróticas, os pecíolos são mais curtos e rachados longitudinalmente. Muitas folhas têm a ponta partida. As folhas centrais são deformadas. As raízes são mal desenvolvidas, deformadas, finas com manchas escuras na casca. Quando se corta a raiz pode se observar o tão famoso "coração marrom", e, por isso, a deficiência em boro tem o nome de "doença do coração marrom".

qüentemente no milho comum, sintomas pronunciados da deficiência em boro, especialmente nas espigas.

Muitas espigas
pequenas

A plantinha inteira é um tanto clorótica, de tamanho menor do que o normal, com tendência a produzir muitas espigas. Estas espigas são, porém, curtas, finas, apresentando unilateralmente sementes chôchas e enrugadas, sempre do lado da espiga que fica voltada para o côlmo. (fig. 84).

Espigas estéreis

A esterilidade de muitas espigas é atribuída por PETTINGER, WINGARD e HENDERSON à deficiência em boro.

Ao mesmo tempo as raízes engrossam, formando até mesmo partes bulbosas.

"Orelha
branca"

As folhas novas não abrem, são altamente cloróticas e apresentam a "orelha branca" sinal típico desta deficiência. Quando o tecido basal das folhas colapsa, a descoloração é ainda mais pronunciada, surgindo em seguida a morte do ponto vegetativo. Nas folhas maduras o tecido entre os nervos secundários é esbranquiçado. As folhas apicais são completamente brancas e morrem. Depende, porém, muito da variedade, porque uma boa parte das nossas variedades é altamente tolerante à deficiência em boro.

NABOS,
BETER-
RABAS,
RABANETES
(84, 140)

A deficiência de boro nas safras das diversas raízes como as beterrabas, rabanetes, etc., são conhecidas sob o nome de "coração marrom" (nos E.U.A. como "brown heart disease" e na Europa como "Herz-Trockenfäule").

Pecíolos
rachados

O primeiro sintoma são manchas escuras nas raízes, geralmente nas partes mais grossas. As plantas enfraquecem gradualmente. As folhas são menores que normalmente e os pecíolos das folhas centrais mais curtos. A primeira impressão é dum crescimento muito tufoso. Elas tomam conseqüentemente uma coloração variável que parece uma mistura de amarelo e vermelho, distribuídos em manchas por tôdas as folhas. As folhas afetadas apresentam as tão famosas rachaduras longitudinais. Muitas vezes, as folhas têm pontas partidas.

O ponto vegetativo torna-se um pouco clorótico, e, amarelando, morre, depois de enrolar por dentro. (fig. 85).

"Coração
marrom"

As raízes nunca atingem tamanho normal. São tortas e deformadas, com uma descoloração cinzenta da casca, que é áspera, enrugada e rachada. As raízes cortadas apresentam o tão famoso "coração marrom", isto é, áreas aguçadas de cor marrom-escuro.

Segundo o grau da deficiência, podem aparecer somente umas manchas marrons ou áreas de um marrom-escuro no centro das raízes, que podem estender-se até 2/3 da raiz. Em casos muito severos ou em raízes sensíveis, como são as beterrabas holandesas, o centro já não é marrom, mas sim uma caverna preta.

As raízes apresentam excepcional fibrosidade, enquanto o tecido da raiz é pálido e muito aguado.

**BETERRABAS
ROXAS**
(*Beta vulgaris*)
(63)

As folhas irregularmente manchadas de marrom, primeiro somente nas margens, mais tarde, porém, em todo o limbo, são os primeiros sinais.

SALSÃO
(139)

Os caules são muito quebradiços e linhas marrons aparecem entre as nervuras. Finalmente aparece o tão conhecido e falado "racho" em forma de cruz. Por isso esta deficiência em boro tem nos E. U. A. o nome de "Crack stem".

"Crack stem"

O tecido dos caules está ficando saliente, saindo fora da casca, escurecendo logo. As raízes tornam-se marrons enquanto os cabelos radiculares morrem, formando pequenos apêndices bulbosos nas extremidades. (fig. 86).

Finalmente a planta morre, se não chegar antes disso um tempo chuvoso. Quando uma chuva alivia o salsão da deficiência em boro, a planta deformada continua a viver e apresentar novo crescimento.

No tomateiro a deficiência aparece especialmente em lavouras muito maltratadas.

TOMATEIRO
(46, 163)

O caule fica pretejado no ápice enquanto numerosos brotos laterais se desenvolvem, dando a planta uma aparência muito tufosa. O tronco é fraco e o ponto de crescimento enrola para dentro, amarelece e morre. O tecido condutor perece. O mais característico é que os pecíolos e nervuras ficam muito quebradiços.

As raízes desenvolvem-se péssimamente, escurecendo, e apresentando as pontas definhantes.

Os frutos freqüentemente são cobertos de áreas escuras e secas, devidas aparentemente ao colapso do tecido, rachando em volta do caule.

A deficiência em boro aparece especialmente em terras pantanosas recém-drenadas, como em solos puramente arenosos e paupérrimos. Dá-se um perfilhamento anormal.

TRIGO
(18)

As folhas novas apresentam linhas e manchas brancas. As espigas, muitas vezes, não aparecem e as que surgem são estéreis.

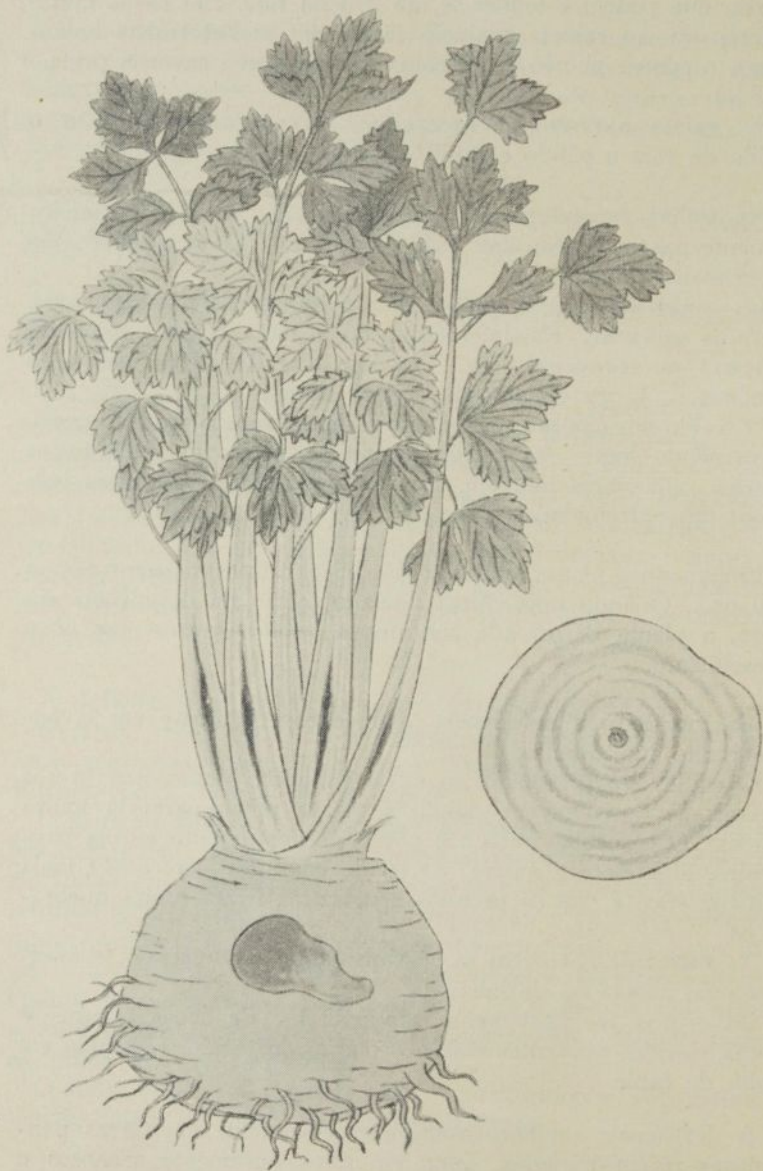


Fig. 86 — A falta de boro provoca no salsão uma clorose excessiva das folhas que são marrons, manchadas e que finalmente, descoloradas inteiramente, morrem. Os caules, muito quebradiços, apresentam linhas marrons entre os nervos e racham finalmente. As raízes são fibrosas demais, pequenas e com uma descoloração escura.



FIG. 87

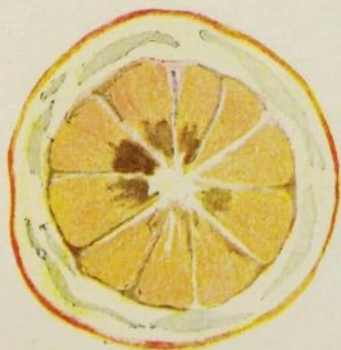


FIG. 79

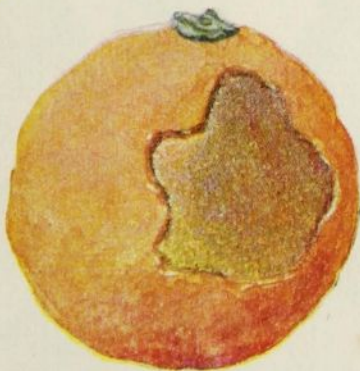




FIG. 94



FIG. 105



FIG. 106



FIG. 45



FIG. 101



FIG. 102



FIG. 91



FIG. 121



FIG. 96



Na aveia, a falta de boro provoca a chamada "Weissflissigkeit", ^{Aveia (39)} isto é, as espigas têm flôres normais, mas não produzem semente nenhuma. Quando vão amadurecendo, as espigas vão branqueando em vez de amarelecerem. Caso a deficiência se manifeste mais cedo, as plantas morrem antes de encachar.

O primeiro sintoma é uma clorose difusa nas folhas mais ^{VIDEIRA (42)} novas. Áreas aguadas, de côr acastanhada desenvolvem-se nas

Páginas anteriores:

PRANCHA 11:

Fig. 79 — Deficiência em boro na laranjeira. As folhas um pouco cloróticas apresentam manchas transparentes, aguadas, pardacentas. Muitas folhas são deformadas. Os nervos dessas folhas alargam-se, racham e apresentam o "cork".

As frutas são duras, com lesões escuras na casca e impregnações resinosas na polpa e no albedo.

Fig. 87 — As folhas da videira apresentam uma clorose irregular, com manchas aguadas, quando falta o boro. Mais tarde as manchas transparentes tornam-se necróticas apresentando uma côr vermelho-vivo. As manchas são sempre mais fortes na base do que nas pontas das folhas novas. Folhas deformadas constituem o característico desta deficiência.

PRANCHA 12:

Fig. 94 — Com a deficiência em cobre, no cafeeiro, as folhas dos brotos novos, dos brotos moles e também do pau velho apresentam um encrespamento leve. Aparece um número considerável em folhas anormalmente grandes, com as margens extremas cloróticas e mais tarde necróticas. As áreas necróticas caem depressa, dando à folha um aspecto bastante recortado.

Fig. 105 — Deficiência de manganês, em laranjeira. Uma clorose que começa nas folhas mais novas, progride para baixo do ramo. Enquanto as folhas mais novas exibem uma descoloração amarelo-vivo, as folhas vizinhas são ainda de verde-claro, com manchas amarelas e nervuras de verde-escuro.

Fig. 106 — Deficiência de manganês no tomateiro. O tecido das folhas desbota até ficarem amarelado-esbranquiçado, enquanto as nervuras permanecem verde-escuro. Pontinhos necróticos que se tornam pretos, aparecem espalhados por toda a folha.

PRANCHA 13:

Fig. 45 — Café. Nos casos da dupla deficiência cálcio-zinco, as folhas amarelecem por completo. Pontinhos necróticos espalham-se por todo o limbo. As pontas das folhas, e a seguir, as áreas pegadas, tornam-se necróticas, morrendo sempre primeiro o centro dessas áreas, que se tornam marrom-claro. As margens das folhas ficam muitas vezes onduladas.

Fig. 101 — Deficiência combinada de zinco e manganês no cafeeiro. As folhas da ponta do galho são muito pequenas e cloróticas. Uma desfolhação intensa se verifica. As folhas apresentam parcialmente o quadro típico da deficiência em manganês. Por outro lado, formam rosetas e exibem uma necrose maior do que na simples deficiência de manganês, que deve ser atribuída à falta de zinco.

Fig. 102 — Deficiência combinada de zinco e manganês na cana-de-açúcar. O tecido entre as veias verdes desbota. As pontas das folhas, com tom vermelho, ficam totalmente rasgadas.

fôlhas apicais. Os brotos não desenvolvem, mas ficam dormentes. O crescimento das fôlhas marginais cessa e a terceira ou quarta fôlha, para baixo da ponta das ramas, entra em colapso.

Os entrenós são muito curtos, e tôdas as partes afetadas são eretas e quebradiças.

As fôlhas que se desenvolvem depois do aparecimento dêsse sintomas são tôdas deformadas. Nunca as fôlhas inferiores apresentam qualquer sinal dessa deficiência. A carência em boro se manifesta sômente nas partes da planta ainda em desenvolvimento. (Fig. 87, Prancha11).

As vêzes, as fôlhas mal formadas exibem a mesma quantidade em boro que as normais, quando haviam passado por um tempo favorável para a absorção de boro. Por isso, a análise química das fôlhas nem sempre pode desvendar a causa da "doença".

PRANCHA 14:

Fig. 91 — Deficiência em enxôfre na laranjeira. As fôlhas mais novas sofrem uma descoloração amarela, e branqueiam com o tempo. O fenômeno típico é que a clorose afeta igualmente as nervuras e o tecido folhar.

Fig. 96 — A deficiência em cobre provoca nas laranjeiras o aparecimento de fôlhas um tanto encrespadas, com as margens extremas cloróticas. Surgem fôlhas de dimensões excessivas. Múltiplos brotos cloróticos impregnados de excreções escuras se desenvolvem, morrendo pouco tempo depois.

Fig. 121 — Deficiência de ferro na laranjeira. As fôlhas mais novas do brôto apresentam uma descoloração amarela, enquanto as fôlhas próximas apresentam-se pintadas. As fôlhas mais novas podem adquirir uma cor clara e até branca e do mesmo modo as nervuras, inicialmente ainda verdes, desbotando totalmente.

ENXÔFRE

DEFICIÊNCIA

Apesar de ser o enxôfre um dos elementos principais na nutrição de muitas plantas, a sua deficiência raramente se verifica.

Enxôfre,
elemento
principal

Não somente os fertilizantes comerciais contêm geralmente considerável quantidade de enxôfre, mas as plantas facilmente cobrem as suas necessidades abastecendo-se no solo, que recebe sempre grandes quantidades desse elemento das águas pluviais.

O enxôfre é facilmente solúvel na terra e por isso sempre disponível, porque tôdas as ligações dêle no solo, até hoje conhecidas, são de pronta reação.

De pronta
reação

Porém, verifica-se também a deficiência neste elemento, especialmente nas plantas que o usam em maior quantidade para a formação de suas proteínas, como, por exemplo, as leguminosas, várias verduras, o fumo, o algodão, o café, os citrus e a cana-de-açúcar.

Plantas que
o usam em
maiores
quantidades

A deficiência em enxôfre pode ser facilmente confundida com a deficiência em nitrogênio, devido ao fato de, no caso da deficiência de enxôfre, a formação de proteínas sofrer diminuição. — O nitrogênio também não forma nada mais na planta senão proteínas. — As folhas mais novas, porém, sempre são mais cloróticas do que as velhas, quando faltar enxôfre na dieta, por ser este um elemento pouco móvel dentro da planta.

Pode-se dar como regra que esta carência se manifesta sempre no início da época vegetativa, quando reina seca e, geralmente, é suprida pelas primeiras chuvas.

Aparece nas
plantas novas

O fenômeno típico desta deficiência é a clorose geral de um amarelo até o amarelo pálido, — sempre mais pronunciada no ponto vegetativo, — da qual pode resultar o branqueamento desta parte. O limbo foliar e as nervuras são do mesmo modo afetados. As margens extremas das folhas são sempre um pouco mais atacadas, ficam mais cedo necróticas e enrolam para baixo.

Ponto
vegetativo
afetado

As raízes são finas, fracas e escassas.

O crescimento fica quase paralisado e o rendimento é bastante reduzido em consequência desta carência.

Especialmente nas leguminosas uma deficiência em enxôfre pode proporcionar sérios danos.

**ALGO-
DOEIRO**
(63)

As plantas permanecem pequenas, são fracas e cloróticas. As folhas podem até embranquecer, tomando em estado mais avançado um aspecto bronzeado.

A quebra da safra é considerável.

CAFEIEIRO
(132)

Apesar de ser esta deficiência pouco comum em outras culturas, em nossas lavouras de café aparece, quando os cafêzais são velhos e esgotados. Ai, não constitui aspecto fora do comum.

A clorose que é provocada pela falta de enxôfre é bem parecida com a falta de nitrogênio, mas é muito mais forte porque as folhas deficientes em nitrogênio encontram-se mais para dentro do pé, enquanto as carentes em enxôfre, ficam mais expostas, bem na periferia do mesmo. (ponta dos galhos).

As folhas apicais assumem uma posição muito característica no galho, formando um ângulo reto com o caule. A cor de amarelo-claro, mosqueado, pode desbotar até ficar quase branca.

O pior desta deficiência é que a qualidade do café é bem inferior e quase perde o seu valor comercial.

Uma adubação com 40 a 60 kg/ha de gesso remedeia o mal.

**CANA-DE-
AÇÚCAR**
(101)

Desenvolve-se uma clorose geral em toda a planta. As folhas de verde-pálido, especialmente as do ápice, ficam levemente avermelhadas, como se fôssem queimadas pelo sol. As plantas são pequenas e finas devido às pouquíssimas e fibrosas raízes.

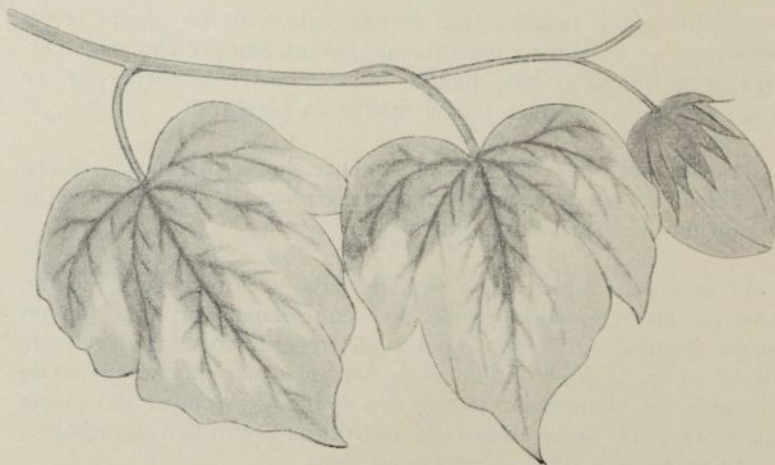


Fig. 88 — As folhas cloróticas vão bronzeando com o tempo. As margens extremas enrolam para baixo.

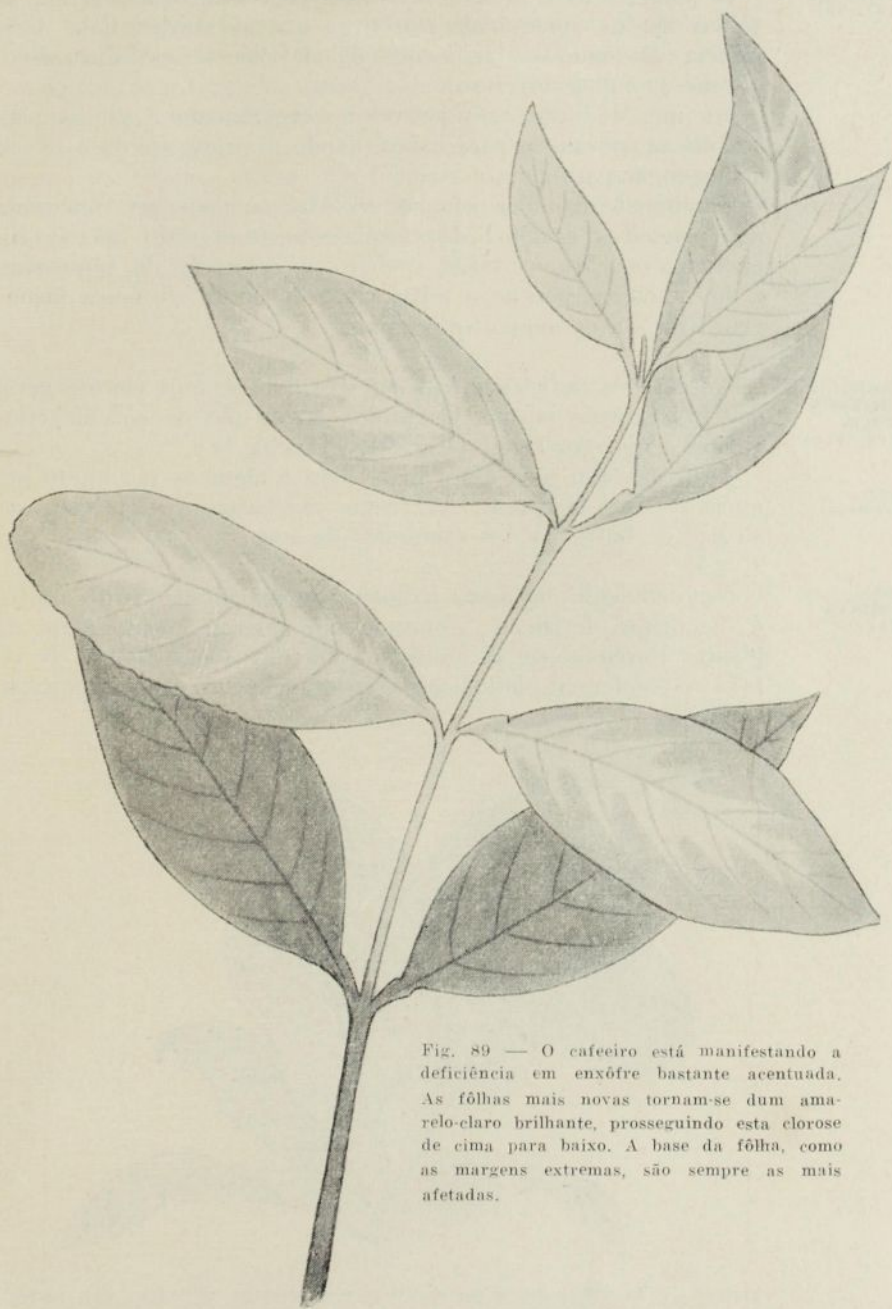


Fig. 89 — O cafeeiro está manifestando a deficiência em enxôfre bastante acentuada. As fôlhas mais novas tornam-se dum amarelo-claro brilhante, prosseguindo esta clorose de cima para baixo. A base da fôlha, como as margens extremas, são sempre as mais afetadas.

FUMO
(97, 99)

A planta inteira torna-se clorótica com tendência a serem as folhas apicais ainda mais cloróticas que as outras. Esta deficiência distingue-se facilmente da deficiência em nitrogênio, porque as folhas inferiores não caem.

Há uma redução considerável no crescimento e as margens necróticas curvam-se para baixo, dando a impressão de o tecido foliar copar para cima.

Geralmente a deficiência em enxôfre só pode ser observada nos primeiros estádios de crescimento, ocorrendo apenas em épocas secas. Muitas vezes, o efeito na coloração do fumo seco é de vantagem porque o torna claro e bonito. A única inconveniência é a do rendimento baixo.

**LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS**
(58, 31A)

No caso da deficiência em enxôfre nota-se uma clorose geral das folhas mais novas. Os brotos novos são de cor amarelo-citrina e morrem logo. (Fig. 91, Prancha 14).

**Frutos
deformados**

As frutas têm uma casca mais clara e algumas são muito pequenas e mal formadas. As frutas são bastante secas com vesículas de borracha nos saquinhos de suco.

**LEGU-
MINOSAS**
(53)

Especialmente em áreas irrigadas ou mal drenadas o enxôfre é facilmente deficiente, causando um amarelecimento geral da planta. Desenvolvem-se pontinhos necróticos nas folhas. A alfafa responde, em muitos casos, favoravelmente a uma adubação sulfúrica.



Fig. 90 — As folhas um pouco cloróticas têm margens necróticas, que, parando seu crescimento, enrolam para baixo. É este o característico da deficiência de enxôfre.

As folhas inferiores engrossam bastante e tornam-se cloróticas, com pontinhos necróticos perto das nervuras. Enrolam-se.

TOMATEIRO
(46, 63)

Os caules são duros e enlenhados e as raízes excessivamente compridas, mas também, como os caules e pecíolos, muito finas. Os pecíolos mostram uma descoloração levemente arroxada. As plantas são altas, fracas e finas, não tendo a necessária firmeza para ficarem eretas. Os lóbulos dos pontos terminais são amarelos. Estas plantas são geralmente muito ricas em carboidratos e às vezes também em nitrogênio. Caem as flôres antes de formar frutos.

COBRE

DEFICIÊNCIA

Infecção secundária

Até pouco tempo, a deficiência em cobre não era muito conhecida e a ação benéfica da calda bordalesa era atribuída unicamente a sua ação fungicida.

Pode isso ser devido às infecções secundárias de bactérias e fungos que invadem as feridas causadas por essa carência.

Foram elas geralmente consideradas causadoras das manifestações aparentemente patológicas realmente provocadas pela falta de cobre.

Exsudações resinosas

Mas de outro lado, a ninguém podia passar despercebido, que as plantas acometidas tinham exsudações resinosas, especialmente as árvores frutíferas.

"Murcha"

Quase todos conhecem a "murcha" do fumo, do tomateiro e da batatinha, as frutas escurecidas, e às vezes rachadas das laranjeiras, a morte misteriosa da alface nos viveiros, as varas de água nas macieiras, as pontas moles, mas não podres das cenouras, as folhas cartuchos em espiral do trigo, etc. São muitas essas manifestações e bem diferentes, mas devidas todas elas a uma única deficiência, a do cobre.

"Doença da ocupação"

Esta deficiência é muito comum em todas as terras de várzeas drenadas, em campos irrigados, em solos turfosos, em terras ricas em matéria orgânica e em todos os lotes muito acidificados. Na Holanda ela recebeu o nome de "doença da ocupação" porque apareceu em todos os trechos recém-ocupados pelo homem, isto é, nas terras ganhas do oceano.

Fotossíntese (70)

O cobre é um dos elementos mais importantes na fotossíntese das plantas e por isso não há ação da enzima polifenol-oxidase, quando ele falta. A carência de cobre sempre provoca também a de zinco.

Mas, de outro lado, existem também plantas que precisam do cobre sem ter aquela enzima. Sempre falta ácido ascórbico na deficiência de cobre.

A necessidade de cobre varia muito segundo o solo. Há solos na Flórida onde 250 kg/ha de sulfato de cobre são aplicados usualmente, enquanto na Holanda se usam 50kg/ha, em Michigan 10 kg/ha, em New South Wales (Austrália) somente 2,5 kg/ha, proporcionando o máximo efeito. O Brasil, com mais ou menos 10 kg/ha, está entre os países moderados, em relação à adubação em cobre. O cobre está faltando especialmente na parte baixa do Rio Grande do Sul.

Necessidade
de cobre

10 kg/ha
no Brasil

Nos casos em que quantidades mínimas de sulfato de cobre proporcionam bom efeito, não é tanto a falta de cobre mas somente uma interação entre zinco e cobre, que é desfavorável.

Geralmente esta deficiência é provocada pelo desequilíbrio entre $N : Cu$.

Os sintomas mais comuns são, como já foi mencionado, a murcha da parte superior da planta, as exsudações e excreções de borracha nas frutas, ramos, troncos, folhas e raízes com conseqüentes feridas.

Sintomas
mais comuns

Não se sabe ainda muita coisa sobre as necessidades das gramíneas e malváceas em cobre mas sabemos que, especialmente em verduras, batatinhas, (182) fumo e frutas de todas as espécies, têm alta exigências com relação a este metal, que também na vida humana, sempre ocupa papel importante.

As plantinhas novas de alface apresentam primeiro manchas cloróticas no tronco e nas nervuras principais das folhas. Depois estas ficam inteiramente cobertas com tais manchas irregulares, amarelas, as quais vão escurecendo com o tempo.

ALFAFA
(127)

A tendência a murchar é também proeminente na alface. As plantas de viveiros geralmente murcham completamente, morrendo logo depois, quando afetadas por esta carência. As cabeças formadas são soltas.

As folhas apicais ficam cloróticas e até brancas. Os caules das folhas apicais se encurvam e os folíolos se dobram ao longo do caule, murcham e morrem. (fig. 98).

ALFAFA
(127)

A deficiência de cobre não provoca nenhum sintoma, na planta nova, mas a força germinativa do arroz, como acontece na falta de Mo, acha-se seriamente comprometida. As espigas são brancas e estéreis, não granulando.

ARROZ
(81, 132)

Quando falta cobre as folhas são um pouco cloróticas nas margens, que descoloram logo após para uma cor amarelo-vivo. As folhas são excessivamente moles, quebrando-se facilmente os nervos principais. Nota-se uma murcha leve das folhas centrais. O cacho de fruta aparece prematuramente, mas é fraco

BANANEIRA
(132)

e sem vigor. As bananas formadas são cheias de excreções escuras na casca. Onde têm manchas escuras de maior tamanho, a casca está pregada na polpa. Nessas frutas a casca racha-se com facilidade em épocas chuvosas.

BATATINHA
(32, 155)

Esta deficiência geralmente não aparece em batatais pulverizados com calda bordalesa, porque o sulfato de cobre é prontamente absorvido pelas folhas. Mas, em culturas mal cuidadas, especialmente em solos novos, recém-desbravados, com alto teor orgânico, a deficiência em cobre constitui a moléstia mais importante.

**Murcha do
ápice**

As folhas nas extremidades das hastes conservam-se permanentemente murchas, recuperando-se um pouco durante a noite e piorando de dia. Em épocas chuvosas as plantas morrem dentro de 24 horas. Não existe clorose pronunciada, mas as margens e pontas extremas dos lóbulos às vezes secam. O crescimento fica paralisado e os tubérculos — na região dos olhos — apresentam exsudações resinosas e uma podridão branca.

Quando o tubérculo é cortado transversalmente e comprimido entre os dedos, sai uma massa branca dos vasos, que quase sempre se acha invadida de bactérias. As plantas mortas apresentam as folhas descoloradas de marrom escuro, e penduradas no pé.

**CANA-DE-
ACUCAR**
(132)

Não é raro encontrar-se uma cana, especialmente em solos muito ácidos e húmidos, que tem as suas folhas até a metade enroladas e penduradas. As folhas apicais são um tanto cloróticas com manchas cinzentas. A murcha das folhas é neste caso também um fator decisivo na redução do crescimento. O pendão não abre. A cana atacada pela murcha produz sempre colmos finos que facilmente se deitam. A quebra do rendimento é considerável. (fig. 93).

CAFEEIRO
(132)

**Deficiência
em cobre
dominada pela
de zinco**

A deficiência em cobre — ao menos em nossos cafèzais — é facilmente dominada pela deficiência de zinco. Apesar disso, ela existe em grande escala. A dominância do zinco não indica que a deficiência em cobre não existe, porque sabemos todos muito bem que raramente podem aparecer duas deficiências de uma associação mineral em uma folha só e que só raramente, em alguns casos, aparece em um pé. A deficiência em cobre fica apenas coberta pelas manifestações da outra deficiência. Mas como o cobre sempre está em deficit em nossos solos, encontramos também em nossos cafèzais as manifestações desta carência em todos os pés que forem um pouco mais tolerantes à deficiência em zinco.

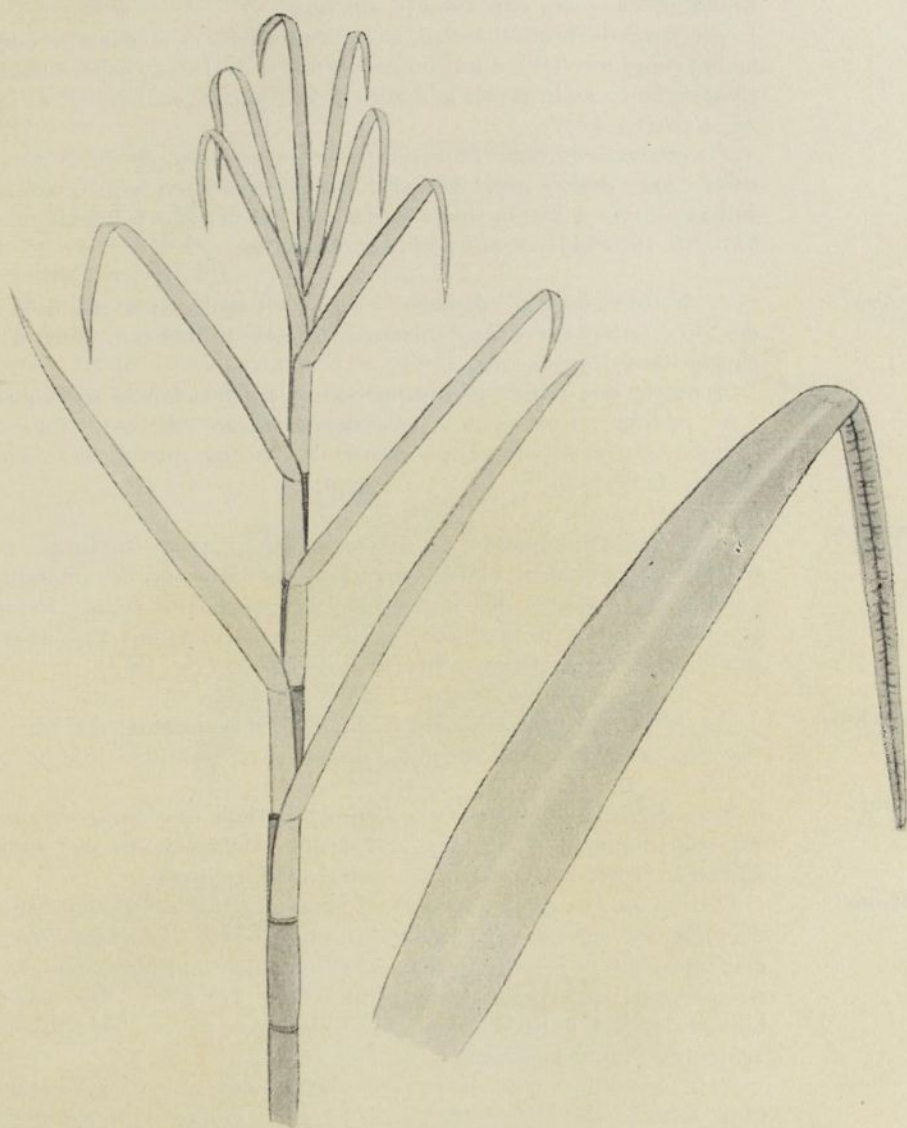


Fig. 93 — Não é raro encontrar-se uma cana, especialmente em solos muito ácidos e húmidos, que tem as suas folhas até a metade enroladas e penduradas. A "murcha" das folhas é neste caso também um fator decisivo na redução do crescimento. A cana atacada por essa murcha produz sempre colmos finos que facilmente se deitam. A quebra do rendimento é considerável.

Brotos moles
e folhas grandes

Os primeiros sintomas são uma clorose fraca nas margens extremas e também muitas vezes nas pontas das folhas. As folhas são anormalmente grandes e um pouco encrespadas. As folhas apicais são enroladas e flácidas.

Logo surgem brotos moles e improdutivos e levemente curvados como um "S", e um número grande de folhas superdimensionais, tanto no brôto do ano em curso, como no pau velho. (Fig. 94, Prancha 12).

As estreitas margens cloróticas tornam-se muito depressa amarelas e logo depois necróticas, caindo em pouco tempo. Assim, as folhas tomam a forma típica desta deficiência: não rasgadas mas bastante recortadas e um pouco encrespadas.

"Dieback"
padrão

A desfolhação e o "dieback" nestes pés são menos pronunciados do que nos casos da deficiência em zinco, mas são, ainda assim bastante fortes.

A morte dos ramos novos por causa de deficiência em cobre é o "padrão" neste sentido, e a denominação "dieback" foi especialmente inventada para a morte dos brotos, quando deficientes em cobre.

CEBOLA
(63)

Especialmente quando as plantadas em várzeas turfosas, as cebolas só produzem bulbos pequenos, de uma cor de amarelo-pálido. As escamas dos bulbos são anormalmente finas. Essas cebolas, carentes de firmeza, apodrecem facilmente. Em casos graves pode haver uma quebra total da safra. (fig. 98).

CENOURA
(47)

As folhas tendem a murchar em dias ensolarados. As raízes são pouco sólidas, com manchas moles — ("podridão branca").

FUMO
(100)

Esta deficiência aparece mais em solos ricos em humo, do que em solos pobres. Pode ser provocada especialmente por uma adubação forte em nitrogênio, num solo esgotado.

"Murcha"

O crescimento é pequeno. As folhas superiores murcham nos dias quentes, mas se recuperam durante a noite. No dia seguinte elas murcham de novo, e já mais acentuadamente. Finalmente elas se apresentam permanentemente murchas. Os caules das flores também não têm mais força para ficar eretos e a produção de sementes é muito escassa. (fig. 95).

Para combater essa deficiência basta uma pulverização com uma solução de 16/100.000 a 8/100.000, o que equivale mais ou menos 8 gramas de sulfato de cobre em 100 litros de água.

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS

A deficiência em cobre é, com exceção da de boro, a mais comum em todos os laranjais e culturas de citrus. O cobre, como o boro e o cálcio, é um dos principais responsáveis pelo tão famoso

e temido "dieback" das laranjeiras, fato êste conhecido pelo nome vulgar de "tristeza".

"Tristeza"
(25)

Os primeiros sintomas são varas de água, delgadas e compridas, com fôlhas anormalmente grandes, um pouco deformadas e, com a nervura principal curvada para cima. Estas varas moles, logo assumem a forma dum "S". Neste estado, o pé aparece ao observador como especialmente vigoroso. (Fig. 96, Prancha 14).

Mais tarde, quando a deficiência é mais aguda, surgem logo fôlhas pequenas, que caem depressa, em consequência do "dieback" dos galhos. No pau velho as fôlhas são grandes, de côr escura, às vêzes com ponta partida e muitas vêzes deformadas. (Isso é especialmente típico em "grape-fruits").

Em casos muito sérios, uma clorose das fôlhas começa, apresentando-se sòmente uma rêde de nervuras finas, de verde-escuro. Neste estado as ramas e galhos geralmente desenvolvem múltiplos brotos cloróticos, com pequenas fôlhas que logo caem.

Múltiplos
brotos

Os brotos morrem em seguida.

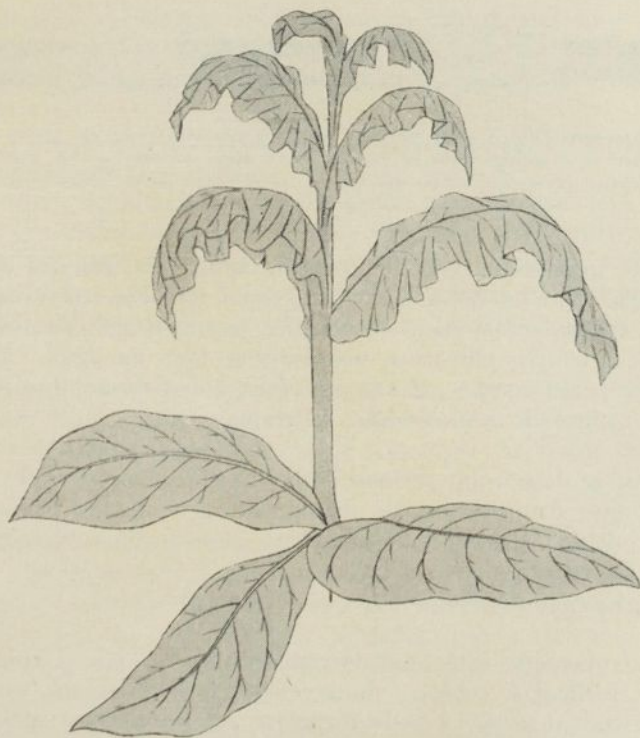


Fig. 95 — As fôlhas superiores permanecem sempre murchas, recuperando-se um pouco durante a noite e piorando no dia seguinte.

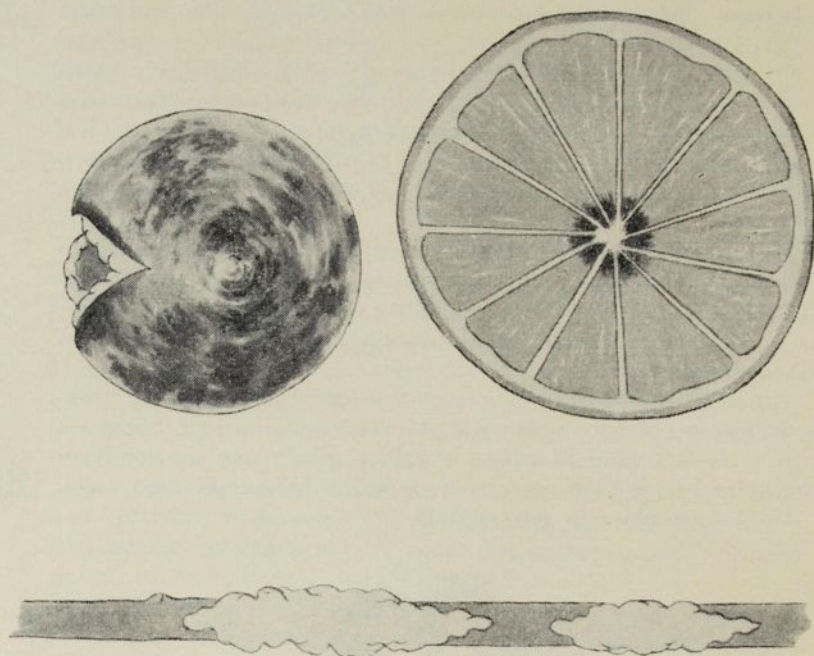


Fig. 97 — Quando falta o cobre na dieta da laranjeira, as frutas são cheias de excreções escuras e muitas vezes se racham em tempos chuvosos e têm impregnações resinosas perto dos eixos. Os galhos apresentam fortes exsudações de borracha.

**Exsudações
de resina**

Brota grande número de varas de água. Exsudações de resina aparecem na casca e no pau, como também nas raízes.

Em épocas secas, essas exsudações secam, acumulando-se nos pés. Em tempos chuvosos, dissolvem-se logo na água. Assim, são em parte lavadas, dando às vezes a impressão ilusória de haver melhorado a exsudação de resina.

**Brotamento
de varas
d'água**

Segue-se depois um período de brotamento excessivo de varas novas, que sempre morrem, quando atingem alguns palmos de comprimento. Neste estado os galhos possuem uma excrescência vermelha na casca. A perda em pau novo é considerável, e, em casos graves, o pé pode morrer em um ou dois anos.

**Excrescências
escuras na
casca**

As frutas que estão amadurecendo são um tanto irregularmente formadas, cobertas duma excrescência marrom, que escurece com o tempo e pode tornar-se até preta em frutas bem maduras. Esta camada escura e áspera, pode cobrir em certos casos a fruta inteira como um couro.

No terceiro mês depois da queda das pétalas, as frutas novas às vezes parecem balõesinhos e as que estiverem então cobertas com a excrescência escura caem do pé. É muito comum que tais frutas se rachem ainda no pé em tempos chuvosos.

As frutas maduras são mais doces que normalmente, com pouco suco e borracha gelatinizada em volta do eixo.

A deficiência aguda em cobre pode tornar improdutivos os pés acometidos. Em casos moderados, ocasiona, no mínimo, uma perda considerável em frutas comerciais.

Como existe uma redução sensível do ácido ascórbico das frutas dos pés deficientes em cobre, o teor em vitaminas C é reduzido, mas essa redução difere segundo a variedade de citrus.

Redução da acidez e da vitamina C

Geralmente a deficiência em zinco é associada à de cobre, o que se evidencia pelo fato de a falta de cobre também restringir a absorção de zinco pela planta, mesmo quando há bastante zinco disponível.

A falta de cobre restringe a absorção de zinco

Diversas variedades de leguminosas apresentam uma clorose moderada, especialmente acentuada pela falta de centro escuro da folha. Subitamente elas murcham e morrem sem qualquer outro sinal.

LEGUMINOSAS (127)

Na alfafa existe a tendência de dobrar os lóbulos para trás, encostando-os nos pecíolos.

Na alfafa os lóbulos encostam no pecíolo

Outras leguminosas, especialmente aquelas que têm folhas largas, manifestam esta deficiência por manchas irregulares, amarelas ou marrons, distribuídas por todo o limbo foliar. As folhas murcham logo e caem excessivamente. O crescimento é seriamente diminuído e muitas vezes as plantas morrem.

As plantas crescem pouco e aparecem compactas. As folhas apicais ficam cloróticas e caem. O bróto apical forma uma roseta. Não se formam cápsulas de sementes. As flores são todas estéreis.

LINHO (91, 127)

Chama-se esta deficiência também "tristeza de verão" ("summer dieback") ou "brotos murchos".

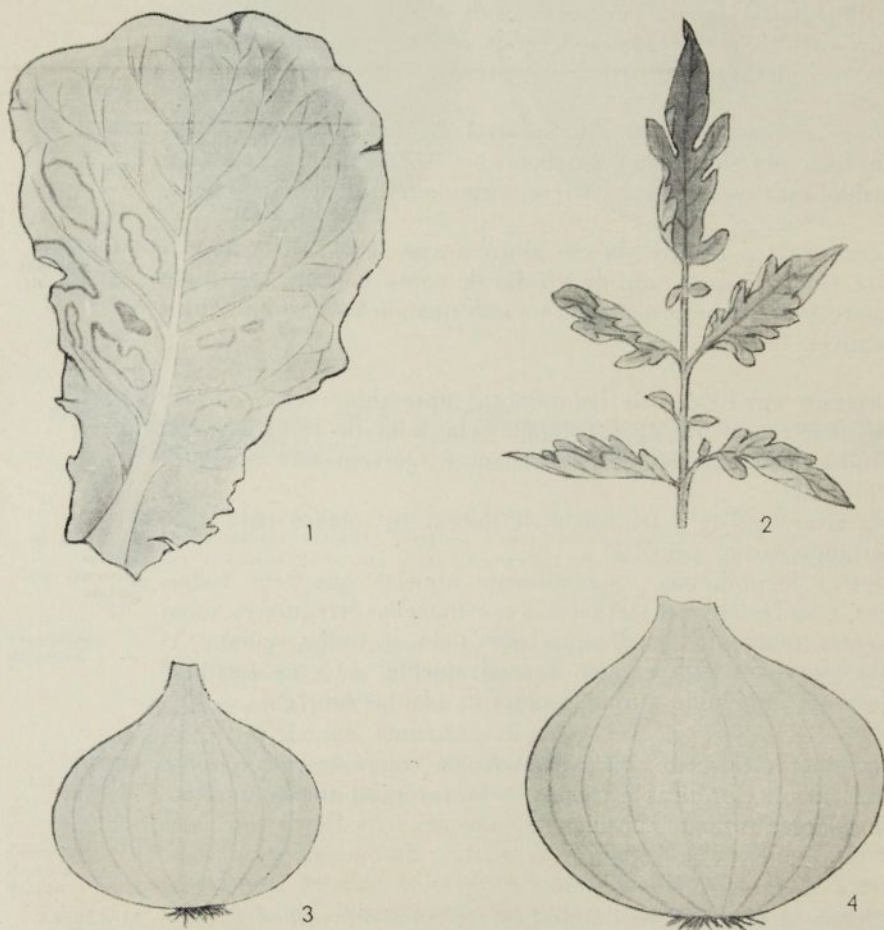
MACIEIRA (41)

Desenvolvem-se primeiro manchas necróticas nas folhas terminais que são seguidas pelo murchamento e morte do ápice dos brotos. Mais tarde, as folhas murcham e caem.

As folhas são um tanto cloróticas. O aspecto geral das plantas é pequeno e compacto. Não há formação de cabeça. O aspecto murchado em dias de sol é impressionante.

REPÓLHO (47)

TOMATEIRO A deficiência em cobre é muito comum em verduras, porque são grandes consumidoras deste metal. Especialmente uma adubação rica em matéria orgânica e azoto — muito usado nas hortas e plantações comerciais de verduras, — provocam esta deficiência. Uma adubação de sulfato de cobre é muito variável na quan-



1 — Alfafa

3 — Cebola deficiente

2 — Folha do Tomateiro

4 — Cebola normal

Fig. 98 — A deficiência em cobre:

No Tomateiro: as folhas apicais se mostram permanentemente murchas; os lóbulos são enrolados ou dobrados.

Na Alfafa: aparecem manchas pardas, aguadas, cercadas de uma linha escura nas folhas e caule. As folhas permanecem murchas. Plantinhas de viveiros morrem por esse fato.

Na Cebola: Os bulbos são bem menores do que normalmente, com uma casca pálida de cor amarelo-claro.

tidade, que pode ser tanto 2,5 kg/ha até 200 kg/ha. Especialmente solos de várzeas drenadas, turfosos, têm uma capacidade elevada em fixar cobre. A deficiência acontece quase exclusivamente em solos escuros, de marrom-escuro até preto, e em solos demasiadamente ácidos e húmidos.

As plantas atingidas pela deficiência são fracas, os brotos pequenos e as raízes mal desenvolvidas. As folhas apicais têm cor verde escuro e até mesmo verde-azulado e se enrolam para dentro. Quase não há formação de flores. Caules e pecíolos finos e sem firmeza.

As folhas apicais têm tendência a murchar e em tempos desfavoráveis permanecem murchas.

Esta deficiência causa enorme prejuízo a todos os plantadores comerciais de tomates.

As folhas apicais são espiraladas, perdem o turgor, enrolam-se e morrem. As folhas mais velhas dobram-se na lígula para o chão, encostando no colmo. Morrem e secam como se reinasse uma seca forte, ostentando uma cor de um cinza-lavado. As sementes têm pouco peso e muitas são chôchas.

Uma adubação de CuSO_4 (12 kg/ha) diminui sensivelmente a palha e aumenta as espigas (12A).

TRIGO
(127, 12A)

As folhas novas são cloróticas. As frutas mostram excreções escuras. Exsudações resinosas tiram a força do pé.

VIDEIRA
(132)

M A N G A N Ê S

DEFICIÊNCIA

A deficiência em manganês aparece em todos os solos calcários ou neutros (arenito bauru superior), como em terras com sobre-calagem. Por outro lado, ocorre em terras muito lavadas e acidificadas, isto é, em terras pobres e esgotadas.

Requerimento das plantas

Especialmente as culturas acidófilas sofrem facilmente com esta deficiência. Conhecemos, assim, a "mancha cinzenta" na aveia e arroz ("speck disease"), o "mosaico" no café, etc. Mas também culturas neutrófilas gostam do manganês, como, por exemplo, a beterraba, que manifesta a "mancha amarela" quando falta o manganês na dieta. Mas especialmente as árvores frutíferas são bastante suscetíveis à falta deste metal.

Só a forma divalente é aproveitável

Como somente a forma divalente de manganês é aproveitável para as plantas, a disponibilidade deste elemento tem muitas relações com os outros fatores do solo.

O fator mais importante neste sentido é, sem dúvida nenhuma, o próprio pH do solo e a presença de zinco e magnésio.

Respiração enzimal

Reconheceu-se que o manganês é um dos fatores da respiração enzimal, associado, por um lado, com o ferro e, por outro, com o nitrogênio. Está provado que um abastecimento suficiente em manganês pode diminuir o efeito prejudicial às culturas duma terra mal arejada.

Manganês e amônio

O aproveitamento dos amônio-íons na terra é especialmente melhor em presença do manganês. D. I. ARNON (10) demonstrou além disso, que neste caso as plantas crescem muito melhor com uma adubação amoniada do que com fertilizantes nitrados.

Isso mostra estreita ligação de nitrogênio com o manganês no metabolismo da planta.

Nitratos armazenados quando falta o manganês

É interessante lembrar que os sintomas da maior deficiência em manganês aparecem sempre nos lugares que têm maior teor em nitrogênio, e que, por outro lado, as plantas deficientes em man-

ganês têm armazenadas grandes quantidades de nitratos, não podendo transformá-los em aminoácidos e proteínas. Possuem igualmente armazenado ferro trivalente, inaproveitável, nas suas nervuras (159).

Pode-se remediar perfeitamente esta carência em culturas deficientes, pulverizando as folhas novas com 2 kg/ha a 5 kg/ha de sulfato de manganês.

Os sintomas gerais da deficiência em manganês são uma clorose pronunciada das folhas mais novas do brôto e uma clorose moderada das folhas vizinhas, com tôdas as nervuras até as finas de verde-escuro. Manchas esbranquiçadas aparecem especialmente no centro do limbo. Pontinhos necróticos são espalhados por tôda a folha, exceto nas nervuras. A desfolhação como o "dieback" no café, citrus e pomares é considerável. Os pés morrem das pontas dos brotos para baixo, como acontece também no caso da deficiência em zinco, boro e cobre.

Clorose e
nervuras verdes

A planta tenta acumular manganês nas folhas. Quando este elemento faltar, as folhas superiores são as primeiras afetadas. Elas tornam-se amarelo-cinzentos ou vermelho-cinzentos com pronunciadas nervuras verdes.

ALGO-
DOEIRO
(63, 163)

Esta deficiência se verifica facilmente depois de uma calagem forte. Em solos bastante ácidos, porém, o manganês torna-se tóxico, produzindo no algodão folhas encrespadas, cloróticas e deformadas. Quando a planta está amadurecendo, as folhas tornam-se parcialmente necróticas, com margens rasgadas.

Toxicidade
de manganês

Geralmente em solos pouco plantados, com pH baixo, a toxicidade do manganês ocorre freqüentemente sendo os sintomas tóxicos causados especialmente pelo bloqueio do ferro.

Enquanto K, Mg e Ca, são elementos clássicos de lixiviação, o N, Mn, B e Zn, ao contrário, sobem à superfície, em terras inundadas. Assim, em arrozais inundados, a falta de manganês raramente acontece, enquanto em arrozais de "montanha", de cultura a seco, a deficiência é freqüente.

Como o arroz é uma planta acidófila, gostando dum pH baixo, ele logicamente deve estar apto a absorver consideráveis quantidades em manganês, zinco e ferro. Provavelmente ele precisa de maiores quantidades destes elementos do que tôdas as outras lavouras. O arroz irrigado assimila somente o amônio e por isso não pode transformar o seu nitrogênio em aminoácidos sem o manganês.

ARROZ
(132)

Planta exigente
em elementos
raros



Fig. 99 — “Cabeça branca” do arroz. O tecido das folhas é clorótico. Manchas pretas aparecem nas folhas e hastes. As espigas não se abrem e ficam completamente estéreis.

A chamada "cabeça branca" aparece em todos os terrenos que receberam uma calagem forte e boa adubação nitrogenada, sendo a consequência da deficiência dupla em Mn e Cu.

"Cabeça
branca"

Quando falta o manganês, o arroz apresenta em geral, de início, muito bom crescimento, melhor até do que o normal, devido aos adubos presentes na terra. As folhas são largas e parecem sãs. Este arroz ainda cacheia ôtimamente prometendo colheita formidável, mas nesse ponto, começa súbitamente e sem razão visível a amarelecer.

As folhas apresentam primeiro as nervuras ainda verdes, enquanto manchas aguadas, mais tarde pretas, aparecem no tecido. Logo elas branqueiam, morrendo por fim, e somente as pontas das folhas permanecem ainda verdes.

O cacho de vez em quando produz flôres, mas nunca consegue formar sementes. Fica completamente estéril, branqueando também. Geralmente o cacho permanece fechado, como se fôsse grudado e não se abre. As espigas têm posição muito eretas.

Quando falta o manganês, também a absorção de cobre é impedida: a "cabeça branca" é o resultado da dupla deficiência em manganês e cobre.

Uma adubação de mais ou menos 20 kg/ha de sulfato de manganês e 12 kg/ha sulfato de cobre impede essa manifestação.

Segundo a variedade desta planta, a deficiência em manganês está produzindo como primeiro sintoma colorações anormais entre as nervuras, colorações essas que variam entre o verde-claro, o amarelo ou o vermelho-acinzentado. (fig. 100).

BATATINHA
(155)

Geralmente aparecem primeiro áreas cloróticas até brancas intervenais nas folhas apicais. Mais tarde, numerosas manchas necróticas se desenvolvem aos lados das nervuras verdes. Essas áreas vão-se alargando e multiplicando, produzindo uma aparência mosqueada. O crescimento é muito reduzido, como também a safra de tubérculos. As áreas necróticas morrem e podem se desintegrar.

Aqui a deficiência de manganês é tão freqüente como as de boro, zinco e magnésio. Muitas vezes aparece também junto com a de potássio.

CAFEIEIRO
(132)

Notamos sempre o quadro típico da deficiência em manganês nas folhas.

As folhas mais novas aparecem mosqueadas de manchas cloróticas com uma rede de nervuras verde-escuro e até mesmo verde-azulado. Com o progresso da deficiência, a folha se torna

Rede de
nervuras verde
escuro na
folha clorótica

mais amarelada, especialmente com manchas amareladas no centro do limbo e as nervuras também vão desbotando até o branco, sempre mais acentuadamente na área média enquanto a base e a ponta da folha permanecem ainda mais escuras. Pode aparecer uma necrose nas pontas e margens das folhas mais velhas.

O lado voltado para o norte é sempre o mais acometido. Os sintomas da deficiência vão progredindo da ponta do ramo novo



Fig. 100 — As folhas superiores da batatinha desbotam, segundo a variedade da planta, assumindo uma coloração verde-claro, amarelo ou vermelho-acinzentado. — Pontinhos necróticos se desenvolvem aos lados das nervuras.

para a base. As folhas no último estado mostram uma cor quase esbranquiçada, com as nervuras principais, secundárias e terciárias verdes (Fig. 101, Prancha 13).

Mais tarde, pontinhos pardacentos aparecem espalhados por toda a área clorótica da folha e pecíolos.

Pontinhos
necróticos

A deficiência de manganês, aliada à de zinco, produz um enorme "dieback" dos galhos novos, como também do pau velho. A deficiência manganês-zinco-boro-cobre pode ser responsabilizada pela decadência enorme dos nossos cafèzais, mesmo em solos ainda mais ou menos bons. Não podemos expressar com palavras o aspecto triste que oferece um cafèzal num solo esgotado, porque nêle falta literalmente tudo e a deficiência em potássio ou magnésio não causa mais dano do que a de elementos raros.

Notamos especialmente que a qualidade do nosso café é considerada "dura", não devido à insolação, mas principalmente por causa da deficiência em elementos raros, inassimiláveis em solos secos.

Qualidade do
café

Pode-se acrescentar que um cafèzal adequadamente abastecido com os necessários minerais raros, fornecerá sempre um café de qualidade "suave" e tornará o rendimento muito mais alto.

É fato provado que o manganês é o responsável pelo bom "aroma" — o que é facilmente explicável, considerando o papel que o manganês desempenha na produção dos indóis, as proteínas aromáticas — e que toma parte no grupo de elementos que produzem a alta qualidade do café.

"Aroma"

Ninguém ignora que o café dum cafèzal em plena decadência é muito inferior ao de uma cultura em bom estado. Cada um de nós se lembra ainda dos tempos em que não havia no mundo café superior ao brasileiro. E, hoje em dia, temos de aceitar que os produtos da Colômbia e América Central são melhores.

O café
brasileiro tinha
fama mundial,
como produto
superior a todos

Mas, conhecendo a razão da decadência e inferioridade do nosso café hoje em dia — dizemos hoje, porque não foi sempre assim — temos também na mão o meio de remediar o mal. Vamos tornar o nosso café de nôvo o melhor do mundo!

Na cana, a deficiência combinada de manganês e zinco é muito comum. Nota-se uma leve clorose geral da planta, que parece possuir folhas bem largas. Conforme a deficiência dominante, as folhas superiores ou inferiores apresentam primeiro o tecido entre as nervuras branco-amarelado, enquanto as nervuras permanecem ainda verdes, produzindo um efeito estriado, sendo as pontas das folhas as primeiras a serem atacadas.

CANA-DE-
AÇÚCAR
(107, 132,
88)

As pontas das folhas logo tomam uma pigmentação avermelhada. Neste ponto, o tecido morre enquanto as nervuras permanecem ainda vivas. As pontas se rasgam e o fenômeno típico desta deficiência é a tendência de a folha se rasgar em todos os pontos, onde o tecido morre. O tecido fino, mesmo quando ainda amarelo, carece completamente de resistência, sendo altamente quebradiço, rasgando por causa do vento ou por qualquer outro motivo. (Fig. 102, Prancha 13). O colmo é mole e fino, curvando-se facilmente.

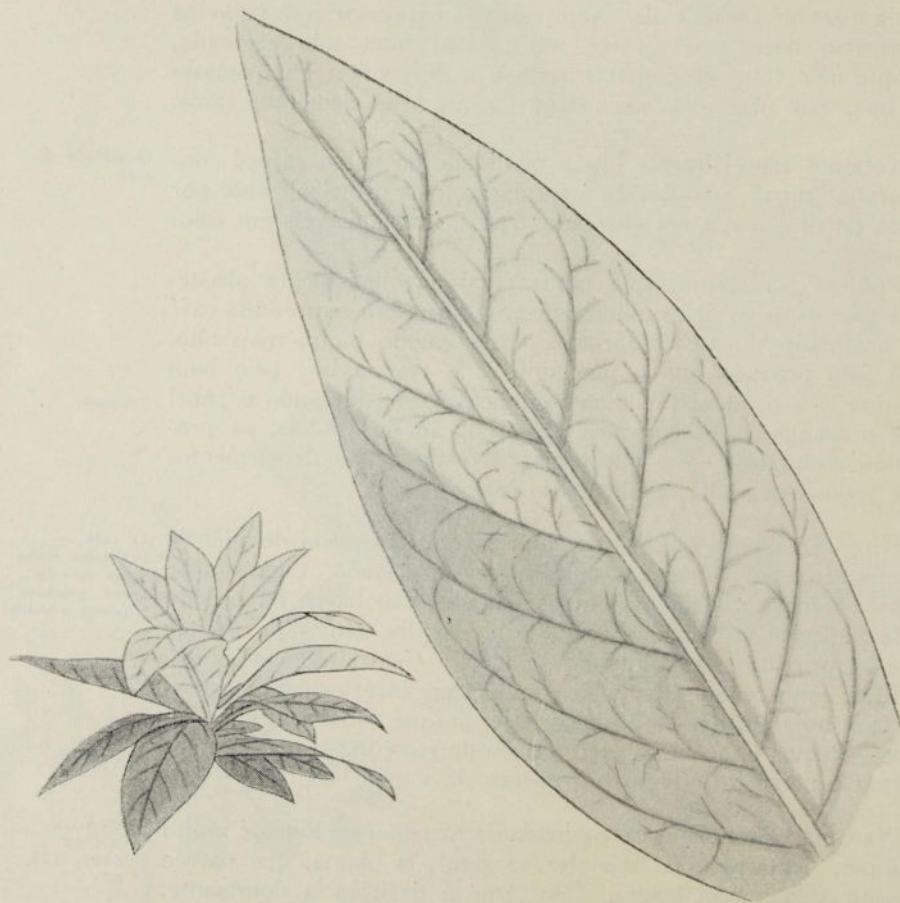


Fig. 103 — Quando falta o manganês, a planta inteira se mostra clorótica, mais pronunciadamente, porém, nas partes superiores. As folhas, irregularmente manchadas com áreas cloróticas, exibem as nervuras normalmente verdes. Pontinhos necróticos se espalham por toda a folha.

As folhas mais novas perdem a cor verde, começando por amarelar e branqueando depois. As nervuras permanecem verdes, formando uma rede verde na folha esbranquiçada, o que dá à folha a aparência de estar pintada como um mosaico. Desenvolvem-se em seguida pontos necróticos, espalhados por toda a folha e não limitados às margens e pontas. Estes pontos necróticos geralmente caem, dando à folha a aparência de ter sido rasgada. A planta inteira tem pouco crescimento, permanecendo pequena. As folhas secas e tratadas são de péssima qualidade. (fig. 103).

FUMO
(63, 97)

A clorose aparece primeiro nos pontos vegetativos, espalhando-se depois por toda a planta. A clorose vai alterando a cor das folhas desde verde-claro até amarelo-vivo. As nervuras permanecem muito tempo ainda verdes provocando acentuado encrespamento do limbo foliar. Depois de certo tempo, áreas esbranquiçadas aparecem entre as nervuras, morrendo logo.

ESPINAFRE
(*Spinacia oleracea*)

Em várias zonas, esses sintomas constituem o chamado "mosaico do espinafre". (fig. 104).

"Mosaico"

Também nos citrus, os sintomas da deficiência em manganês aparecem quase sempre juntos com os de zinco. Na Califórnia, denomina-se esta deficiência "clorose de marl", isto é, clorose das terras calcárias, e em Nova Zelândia, "clorose pintada" ou "folha mosqueada".

**LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS**
(30A)

As folhas superiores tornam-se um tanto cloróticas, com uma rede de nervuras verdes. Mas a clorose não é tão pronunciada como na deficiência em zinco ou ferro. (Fig. 105, Prancha 12).

Com o progresso da deficiência, também a descoloração se torna mais pronunciada. O tecido assume uma cor que vai de verde-claro até o verde-amarelado, aparecendo ao mesmo tempo — em certas variedades da planta — manchas brancas no tecido intervenal. Em caso extremos, as áreas intervenais tornam-se dum alaranjado-vivo, especialmente em "grape fruits" e limões. Podemos observar que os sintomas são sempre mais pronunciados nas partes sombreadas da árvore. Uma desfolhação muito intensa pode dar-se quando a deficiência de manganês aparece junto com a de zinco.

Sintomas
pronunciados
nas partes
sombreadas

Em casos moderados os sintomas foliares desaparecem com o decorrer da época de verão. Em casos graves, pontinhos necróticos espalham-se por toda a folha, sobrevém uma desfolhação intensa como também uma perda considerável em galhos novos do ano em curso. As frutas são um pouco mais claras e mais ácidas mas esses sintomas são muito difíceis de distinguir.

Há sempre redução da safra quando as folhas estão seriamente afetadas.

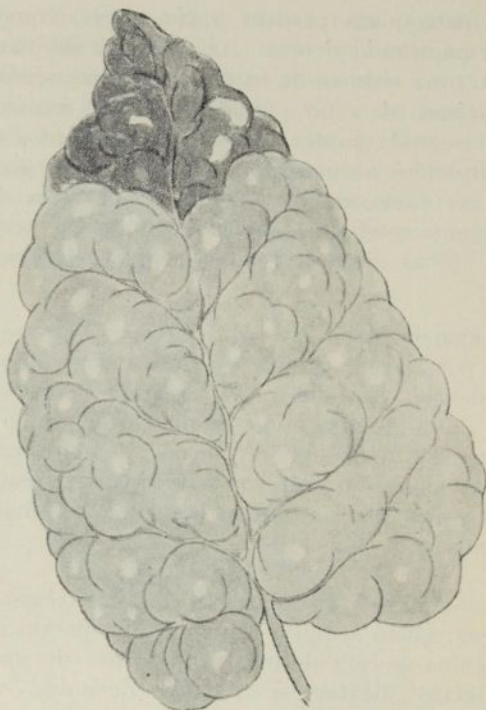


Fig. 104 — A fôlha muito encrespada, com o tecido entre a nervura clorótico, apresenta uma necrose pronunciada na ponta, e morre gradativamente do ápice para a base.

LEGU-
MINOSAS
(181)

Em solos com alto teor de matéria orgânica e igualmente elevada umidade efetiva, com um pH relativamente alto, o manganês sempre falta. Quase tôdas as terras neutras e alcalinas ou calcárias provocam esta deficiência.

As fôlhas são verde-claro e até mesmo amarelas, com nervuras de côr verde-escuro. Manchas marrons aparecem no tecido clorótico. Também os cotilédones das leguminosas, com maiores sementes, podem mostrar manchas marrons no seu centro. A base das fôlhas nunca é afetada. As primeiras fôlhas que mostram êsses sintomas são as mais superiores, e conseqüentemente mais novas. O ponto vegetativo pode morrer. Depois de uma chuva forte, o quadro pode mudar completamente, porque então as fôlhas velhas são cloróticas, enquanto as recém-desenvolvidas podem ser normais. Não é raro que sintomas moderados apareçam e desapareçam quando a planta está mais desenvolvida, isto é, quando as suas raízes alcançam camadas mais profundas do solo.

As folhas mais novas, atacadas de clorose, não apresentam as características nervuras verdes. Mais tarde as folhas afetadas ficam bronzeadas.

Amendoim

Apresentam uma pronunciada clorose intervenal, e um desenvolvimento muito retardado. As plantas são fracas e pequenas. 20 a 50 quilos/hectare de sulfato de manganês corrigem completamente estes sintomas. As plantas se recuperam, tomando a cor normal, atingindo tamanho também normal.

Alfafa
(63)

Geralmente a alfafa e o trifólio são muito tolerantes quanto à falta de manganês e encontram, mesmo em solos fracos, as quantidades de manganês que precisam.

Trifólio

Os tecidos das folhas terminais dos cipós branqueiam, enquanto as veias e a base das folhas permanecem verdes. Cipós e folhas ficam finos e pequenos. Os botões freqüentemente tornam-se também amarelos e caem.

MELANCIA
(132)

O prejuízo na safra é considerável.

No nabo, devido à grande quantidade de pigmentos vermelho e purpúreo na planta, os sintomas são um tanto diferentes. Quando falta o manganês, as folhas assumem uma cor vermelha ou purpúrea em vez de se tornarem amarelas, ao passo que as veias permanecem verdes. Áreas necróticas aparecem no tecido intervenal. As margens e pontas podem ter uma necrose muito limitada. Enrolam-se para cima.

NABO,
RABANETE,
BETERRABA
(63)

Tecido
vermelho com
nervuras verdes

Beterrabas, que mostram uma leve clorose do ápice em solos muito deficientes em manganês, têm um crescimento quase estacionário, não desenvolvendo raízes bulbosas aceitáveis.

As folhas são pintadas de manchas cloróticas, esbranquiçadas, enquanto as nervuras permanecem verdes, dando à folha o aspecto característico do mosaico. As folhas podem recuperar-se mas já não formam cabeças.

REPÓLHO
(63)

Não forma
cabeça

A clorose das folhas superiores começa nas margens. Como a cor verde vai desaparecendo, mudando para amarelo-claro, enquanto as nervuras permanecem verdes, a folha assume o aspecto típico dessa deficiência. Eventualmente pode tornar-se completamente amarela. Pequenos pontos necróticos se espalham por toda a folha, no tecido clorótico, sempre bem no meio das áreas que ficam entre as veias. Eles vão se alargando, até maiores áreas necróticas e mortas, assinalando o colapso total de tecido. (Fig. 106, Prancha 12).

TOMATEIRO
(154)

O crescimento é fraco e as plantas são de caules e troncos finos e fracos. Quase nenhuma flor se forma e a completa ausência de frutas é a consequência.

A clorose devida ao manganês é muito comum em tôdas as áreas de cultivo desta solanácea.

TRIGO
(101)

O tecido intervenal das fôlhas é clorótico, dando a aparência de estriado de branco. As panículas são vazias ou produzem só grãos pequenos.

ZINCO

DEFICIÊNCIA

O Zinco é indispensável para a síntese de proteínas até a época da florescência.

Esta deficiência é praticamente limitada aos países de sol claro e forte, isto é, tropicais, e aí aparece especialmente no lado de maior insolação, que, no Brasil, é sempre o lado noroeste (104).

Limitada a
países tropicais

Esta deficiência é restringida aos solos pesados com muita matéria orgânica ou aos solos leves, bastante acidificados ou neutros. Também uma fosfatação forte dificulta a disponibilidade de zinco. Neste caso é absorvido, mas precipitado já nas nervuras de onde se desloca com grande dificuldade (15). O zinco atua como catalizador na síntese de fitohormônios que controlam o crescimento (164). A quantidade de auxina é reduzida se há deficiência de Zn, o que determina a incapacidade de crescimento das paredes celulares (194). Mas atua o Zn também em várias enzimas de respiração. (141). A assimilação de Zn é diminuída com a deficiência de cobre (45). Em cafêzais e laranjais (21) emprega-se 1 kg de sulfato de zinco por 100 l. de água, em uma única pulverização. As folhas pequenas não se recuperam mais. As plantas são bem diferentes quanto à sua tolerância a essa deficiência.

Os sintomas gerais da carência em zinco são sempre, em primeiro lugar, uma clorose nas folhas inferiores — e também nas folhas mais velhas dos brotos do ano em curso.

A clorose começa nas margens e pontas das folhas velhas, geralmente excluindo a base. Nas áreas cloróticas logo aparecem manchas necróticas, com um centro mais claro e um halo, isto é, uma auréola destacada, que é o característico das manchas necróticas da deficiência em zinco. Por causa dêsse halo esta deficiência em zinco foi por muito tempo atribuída a bactérias que podem produzir manchas necróticas da mesma forma. Além disso, os tecidos cloróticos das folhas são em geral secundariamente atacados por fungos ou bactérias e, por causa disso, não se remediou a deficiência antes de empregar fungicida com base em zinco.

Auréola das
manchas
necróticas

Folhas
pequenas



Fig. 107 — As folhas altamente cloróticas apresentam as nervuras verdes. Manchas necróticas aparecem no tecido.

Páginas anteriores :

Fig. 108 — Falta de zinco em planta de arroz. As folhas cloróticas tomam uma cor marrom clara e apresentam tecido morto entre as nervuras. O tecido morto escurece, exibindo uma cor de marrom-escuro. A folha que envolve o cacho é muito crêspa e não pode abrir-se. A espiga é também muito ondulada. As panículas, com descoloração marrom, são estéreis.

Fig. 116 — Deficiência de zinco em soja: 1) — As folhas com o tecido quase esbranquiçado apresentam a princípio as nervuras verdes. 2) — Mais tarde, somente parte dessas nervuras conserva a sua clorofila.

Fig. 112 — Nos pés novos da banana-maçã, quando falta o zinco na dieta, as folhas morrem muito depressa. A morte se verifica das pontas e margens para baixo. Uma borda amarela-cinza dos tecidos mortos é característica. A casca do tronco fendilha-se e as raízes apresentam partes mortais, tanto em seu tronco como nos cabelos. Manchas marrons e pretas espalham-se pelo tronco e caules.

Fig. 117 — Deficiência de zinco em cana-de-açúcar. As folhas inferiores tornam-se cloróticas entre as nervuras. O tecido necrótico, carece de firmeza e se rasga facilmente. As folhas morrem da ponta para a base. A ponta fica sempre muito rasgada. O brôto sai branco. Os pés afetados não soltam flor.

Fôlhas
onduladas

O verde das fôlhas pode desbotar completamente, aparecendo uma côr amarela ou até mesmo branca, que envolve a fôlha inteira, com exceção da base da veia principal. As fôlhas são pronunciadamente onduladas.

"Rosetas"
ou tufos

Uma desfolhação intensa se verifica, enquanto súbitamente aparecem fôlhas muito pequenas, cloróticas que logo caem por sua vez. As "rosetas", típicas nesta deficiência, desenvolvem-se nas pontas das ramas, produzidas pelos entrenós curtíssimos do brôto nôvo, o qual — como é normal — desenvolve um par de fôlhas em cada entrenó.

Podemos resumir os característicos da deficiência em zinco do seguinte modo:

- 1) fôlhas pequenas, aparecem sem causa aparente;
- 2) margens das fôlhas onduladas;
- 3) rosetas nas pontas dos galhos desfolhados;
- 4) manchas necróticas com auréola.

ABACA-
TEIRO
(*Persea*
gratissima)
(183)

Desenvolvem-se fôlhas menores no meio galho. Uma clorose afeta o tecido que perto das nervuras principais e, às vêzes, secundárias, permanece verde.

Os frutos são menores e arredondados.

ABACAXI
(173)

Aparecem manchas amarelas nas fôlhas com centro escuro. Essas manchas juntam-se à área necrótica cujo centro é côncavo. A nervura principal conserva a côr verde.

ALGO-
DOEIRO
(71)

O zinco só pode faltar permanentemente em solos alcalinos ou muito ácidos. Em geral, uma sobrecolagem provoca sintomas de passageira deficiência em zinco.

Efeitos tóxicos
do zinco

Como o algodão é planta bastante tolerante à deficiência neste elemento, efeitos tóxicos — em solos ácidos — são mais comuns. Neste caso as fôlhas tornam-se intensamente cloróticas com áreas necróticas.

O zinco é altamente solúvel, especialmente nas formas de citrato de zinco, sulfato de zinco e cloreto de zinco. Na forma de fosfato de zinco, porém, a sua solubilidade é muito menor que nas outras. Quando o zinco falta, as fôlhas apresentam um tecido esbranquiçado, onde permanecem verdes as veias principais e secundárias. Esse fato é típico nas deficiências em manganês e zinco do algodão, mas o manganês provoca maior clorose nas fôlhas superiores, ao passo que o zinco provoca-a nas fôlhas inferiores.

O crescimento é retardado e a formação de flôres é seriamente prejudicada.

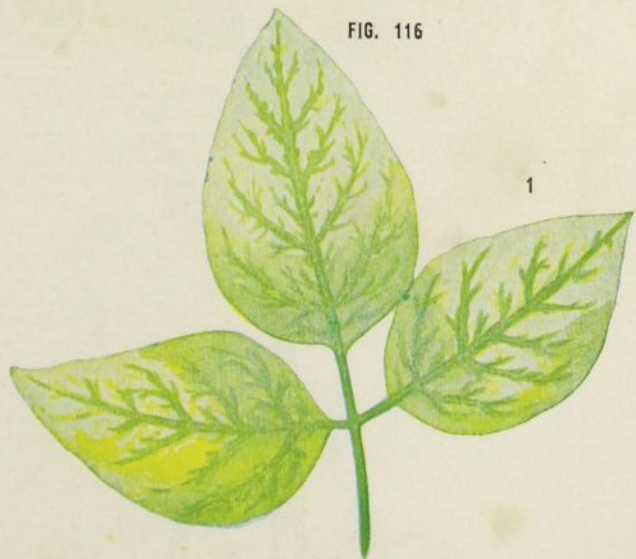


FIG. 103



2

FIG. 116



1



FIG. 117



FIG. 112

ARROZ
(132)

A acidofilia
é exigência em
elementos raros

O arroz é planta bastante exigente em elementos raros, porque já foi destinado pela natureza a viver em ambiente rico em elementos mínimos. Como já foi dito, a acidofilia das plantas nada mais é que a sua exigência em elementos raros. A hostilidade à cal é por isso uma coisa lógica, porque a cal liga em complexos inaproveitáveis os tão necessários elementos raros. Por isso as plantas acidófilas morrem depois duma calagem forte.

E tal não se dá por causa da cal mas em consequência da falta em elementos raros.

Sabendo que o arroz é planta de alta exigência em manganês, compreende-se muito bem que também sofra facilmente a falta de zinco, que é elemento estreitamente ligado ao manganês.

As folhas são cloróticas com uma descoloração pronunciada de tom marrom-claro. Aparece um tecido morto entre as veias, com uma descoloração de tom marrom-escuro, formando assim listas escuras na folha. Essas listas têm um halo mais claro. O tecido é muito quebradiço, desfazendo-se facilmente. (Fig. 108, Prancha 15).

Folha branca

A folha que envolve o cacho é muitas vezes branca e não pode abrir-se, porque é muito encrespada. Também a própria espiga é muito contorcida e as panículas, com descoloração marrom-claro, são chôchas.

Isso acontece especialmente em terrenos de solo prêto, com umidade estagnada, isto é, em solos pantanosos, húmidos, mal drenados.

Corrige-se esta deficiência com uma adubação de 12 quilos por hectare de sulfato de zinco e 2,5 kg/ha de sulfato de cobre.

BATATINHA
(155, 63)

As plantas nunca atingem um tamanho normal. As folhas tomam uma posição levemente vertical, enquanto as margens dos lóbulos se enrolam para cima. Os lóbulos são menores e os entrenós mais curtos que normalmente. A planta inteira é mais ereta.

Mais tarde manchas irregulares de cor cinzento-marrom e até mesmo bronzeadas aparecem (geralmente primeiro nas folhas médias) no tecido clorótico. Podem envolver até o brôto, caules e pecíolos em casos graves.

O tecido afetado é côncavo e morre logo. As folhas se enrolam inteiramente. Os tubérculos são pequenos e leves.

CAFEZEIRO
(132)

Esta deficiência é mais comum em nossos cafêzais e geralmente causa o mais forte "dieback" dos cafeeiros.

A primeira indicação desta deficiência é dada pelo aspecto geral dos pés no tempo da colheita. Apesar de os pés estarem

ainda volumosos e não apresentarem galhos mortos, observa-se no lado noroeste das plantas uma clorose leve, enquanto o lado sul continua normal. As partes mais secas do solo dum cafézal são as primeiras afetadas.

Um exame cuidadoso sempre revela o aparecimento das primeiras folhinhas pequenas com o desenho típico da deficiência em zinco: são cloróticas, muitas vezes com as margens fortemente onduladas, a veia principal ainda de verde normal, e apresentam pontinhos cloróticos e depois necróticos, especialmente nas margens com a tão típica auréola amarela. Pode haver um ataque secundário de bactérias do tecido necrótico, o que aumenta muito as manchas.

Há uma intensa desfolhação dos galhos de baixo para cima, provocando a acentuação do efeito de "rosetas", nas pontas dos galhos. Os pontinhos necróticos das fôlhas morrem, e muitas vezes caem.

"Mancha
aureolada"

"Rosetas"



Fig. 109 — As fôlhas cloróticas, com margens fortemente onduladas, exibem a clorose mais intensa sempre nas partes exteriores do limbo, enquanto as partes próximas da veia principal, conservam por mais tempo ainda um tom verde. Pontinhos necróticos com um "halo" formam-se nas partes cloróticas.

Entre as rosetas e as folhas normais do pau velho aparecem folhas anormalmente pequenas. Os entrenós são curtíssimos, às vezes nada mais que 10 a 12 milímetros apenas.

Assim, o "dieback" do pé é considerável. Pode matar completamente o cafeeiro em dois anos. Não morrem somente os brotos novos, mas também o pau velho. O volume dos pés fica logo muito reduzido, a coroação é fraca, mesmo em relação ao volume reduzido. O cafézal vai morrendo.

Zinco-
manganês
domina o
quadro
fenomeno-
lógico

Não é o fato de as raízes esbarrarem na rocha, mas sim, o esgotamento do solo em elementos raros, que acaba com os nossos cafézais. E quanto mais leve o solo, tanto mais depressa se esgota. Como o zinco tem a qualidade de dominar as deficiências de cobre e manganês no quadro fenomenológico, raramente podemos observar outras deficiências além da de zinco e manganês associadas.

É preciso examinar muito bem o cafézal para conseguir encontrar também os sintomas da deficiência em cobre e boro.

Mistura de
pulverização

O "dieback" dos nossos cafeeiros pode ser prevenido e remediado, com três pulverizações feitas com a seguinte mistura:

100 litros de água,
1 quilo de cal (como neutralizador),
140 gramas de sulfato de cobre,
120 gramas de sulfato de manganês,
120 gramas de sulfato de zinco,
60 gramas de bórax.

Aconselha-se misturar, primeiro os elementos raros com a água, neutralizando-a em seguida com a cal extinta. Convém repetir esta pulverização.

Uma pulverização com esta mistura previne e ao mesmo tempo remedia as manifestações fatais em nossos cafézais. A vida dum cafézal depende tanto da profundidade, como da riqueza do solo em elementos raros.

Pulverizar de
10 em 10
semanas duas
a três vezes
por ano.

Quando fôr necessário, pode-se pulverizar o cafézal uma terceira vez, mais ou menos 10 a 12 semanas depois da segunda pulverização. Aconselha-se nunca pulverizar antes de 10 semanas depois da anterior pulverização. Não é conveniente aumentar a concentração do líquido, porque pode provocar, assim, facilmente efeitos tóxicos nas folhas.

BANANEIRA
(132)

A deficiência mais temida por todos os bananicultores é a de zinco. Muitos bananais já tiveram de ser abandonados por causa

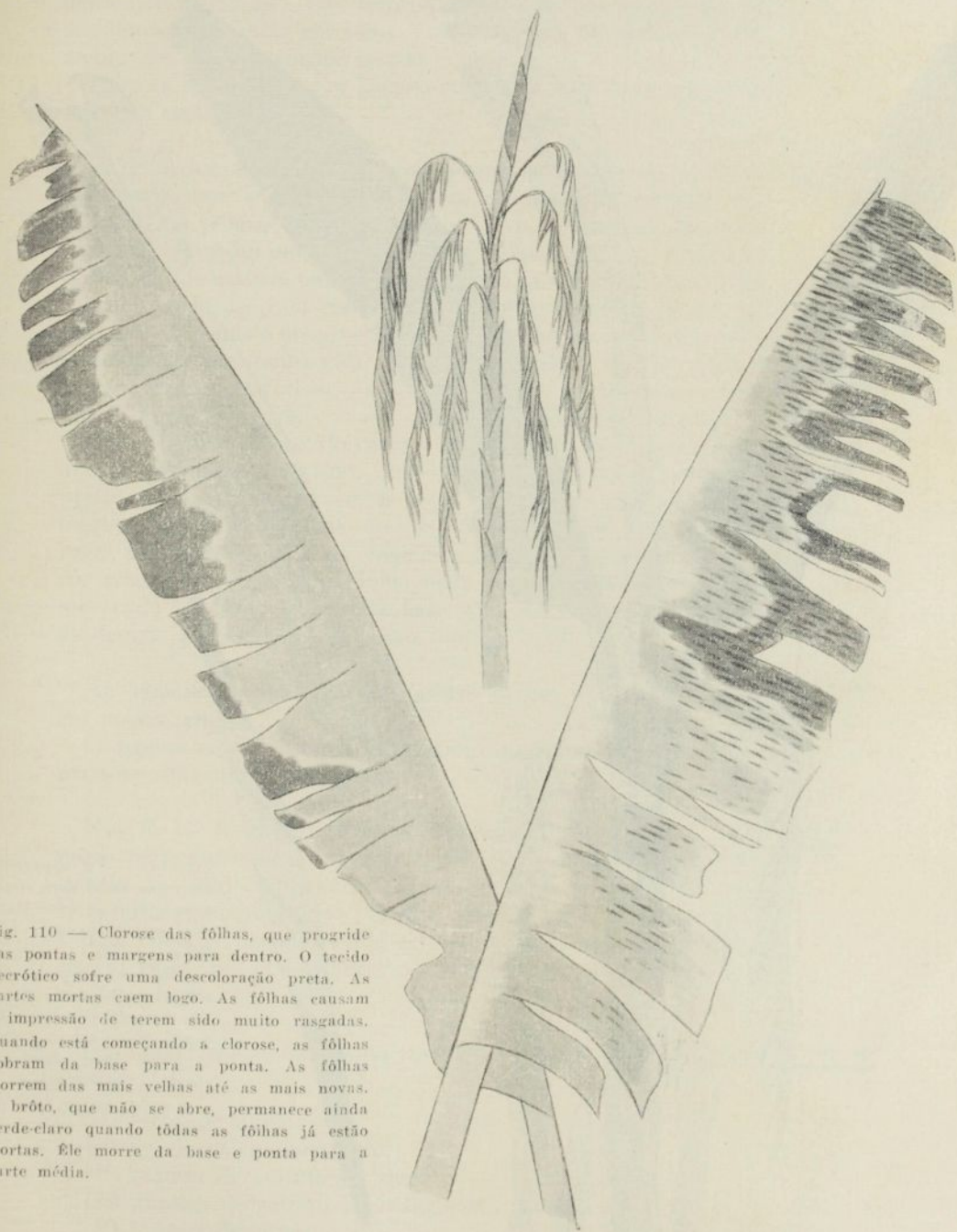


Fig. 110 — Clorose das fôlhas, que progride das pontas e margens para dentro. O tecido necrótico sofre uma descoloração preta. As partes mortas caem logo. As fôlhas causam a impressão de terem sido muito rasgadas. Quando está começando a clorose, as fôlhas dobram da base para a ponta. As fôlhas morrem das mais velhas até as mais novas. O brôto, que não se abre, permanece ainda verde-claro quando tôdas as fôlhas já estão mortas. Ele morre da base e ponta para a parte média.



Fig. 111 — A bananeira morre de baixo para cima, quando falta o zinco. Manchas pretas aparecem nas folhas, caules e troncos. As margens extremas das folhas são bordadas duma fita vermelho-dourado. As folhas são muito rasgadas. O brôto nôvo, altamente clorótico, não se abre. A sua ponta morre logo de início.

desta deficiência que está devastando as culturas nacionais, especialmente as feitas em solos leves e ácidos, de onde êsse elemento foi completamente lavado.

Deve-se observar que a banana-maçã é a variedade mais suscetível a esta deficiência.

Os primeiros sintomas são uma clorose leve entre as nervuras, bem como uma fita vermelha, muito estreita, nas margens das folhas mais velhas. Neste ponto, as folhas dobram-se. Segue-se então rapidamente uma clorose mais pronunciada, com a necrose do tecido que assume uma cor marrom-escuro e até mesmo preta. Quando a clorose está começando, a ponta da folha morre em poucos dias, sendo a área morta sempre bordada duma fita estreita dourada, de cor muito viva. Aparecem também pontinhos dourados no tecido clorótico. As folhas atacadas são fortemente rasgadas porque o tecido colapsa depressa, não resistindo mais ao vento. As partes do tecido caem e neste estado dá-se sempre um ataque secundário fungiano. As folhas ficam cheias de pontinhos prêtos que provocam em poucas horas a sua morte total. As folhas mortas ficam penduradas no pé. Manchas com descoloração preta aparecem no tronco, enquanto os caules apresentam uma cor rósea pronunciada. A folha mais nova permanece enrolada, morrendo também, da ponta e base para a parte média, quando as demais partes do pé já estão mortas.

As folhas se dobram

Infecção fungiana

As bananeiras atacadas não soltam cacho, morrendo sempre em pouco tempo.

Não soltam cacho

O tronco cortado transversalmente, apresenta umas manchas marrons, não muito acentuadas.

Nos E. U. A. esta deficiência chama-se "brôto branco". Em nosso país tem nomes diferentes. Há quem equipare esta deficiência ao "Mal do Panamá", porque seus sintomas foram descritos pela primeira vez no Panamá. Porém, o "Mal do Panamá" é uma doença fúngica. Pode ser que seja idêntica à deficiência em zinco, na qual também os fungos realizam o último serviço de destruição.

"Mal do Panamá"

Uma pulverização das bananeiras deve ser feita com a seguinte mistura:

Mistura de pulverização

- 100 litros de água,
- 1,0 kg de cálcio hidratado,
- 140 gramas de sulfato de zinco
- 150 gramas de sulfato de manganês,
- 50 gramas de bórax.

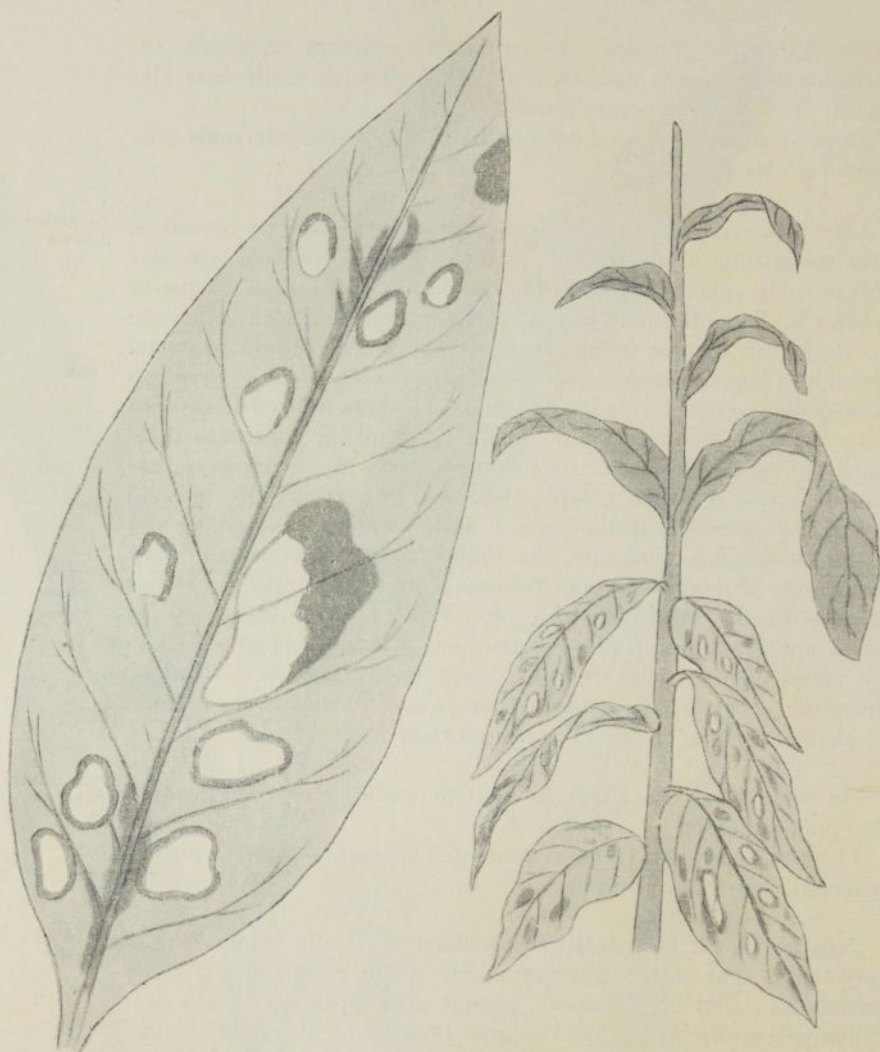


Fig. 113 — Quando falta o zinco no fumo, as folhas tornam-se um pouco cloróticas. Manchas necróticas se desenvolvem no tecido, sempre bordadas duma área mais escura, a famosa auréola, característica da deficiência em zinco.

Aconselha-se esta mistura porque uma aplicação unilateral facilmente desequilibrará o balanço entre os demais elementos raros. Quando se aduba a terra antes de plantar as bananeiras, convém fazer primeiro uma calagem de 800 kg/ha, podendo-se depois distribuir com a água da irrigação, em volta da cova, a seguinte mistura :

3 g de bórax,
10 g de sulfato de zinco,
10 g de sulfato de manganês,
15 g de sulfato de cobre.

Mistura de
adubação

Quando os pés novos sofrem esta deficiência, o tronco assume uma descoloração preta, enquanto a casca se fendilha. As folhas morrem tão depressa que nem há tempo para se rasgarem. O típico é, também aqui, a fita dourada nas beiras das áreas necróticas. As raízes ficam cheias de partes necróticas. Nesta deficiência é importantíssimo cuidar de uma irrigação conveniente ou de um "mulch", de 40 cm de altura em volta do pé, para sombrear o solo.

Em pés novos

Veja-se deficiência em manganês.

CANA-DE-
AÇÚCAR

O típico nesta deficiência, é que sempre as folhas inferiores perdem primeiro a cor nas pontas e margens. Somente áreas pequenas ostentam uma clorose mais pronunciada e são cercadas pela auréola típica desta deficiência.

FUMO
(100, 63)

Estas áreas necróticas são sempre convexas ou côncavas. Elas se desenvolvem de manchas aguadas, pardacentas, multiplicando-se rapidamente. O tecido atacado entra em colapso e morre subitamente e, assim, os estados anteriores muitas vezes não podem ser mais observados. Às vezes, não somente as folhas inferiores são atacadas. As veias finas, terciárias, inicialmente não envolvidas nas áreas necróticas, logo entram em colapso também. Geralmente o tecido morto escurece. (fig. 113).

Áreas
necróticas
convexas

Em geral, dá-se uma infecção secundária de bactérias, que é muitas vezes confundida com a verdadeira causa do mal. Os entrenós são muito curtos e por isso as folhas ficam muito juntas.

As folhas são muito grossas.

É preciso cuidado para não confundir esses sintomas com os da deficiência em potássio. Mas a diferença mais pronunciada é que no caso duma deficiência em potássio as primeiras áreas que caem são as das margens e das pontas das folhas. As nervuras finas nunca são afetadas e o colapso em geral é muito mais lento do que na carência de zinco.

Infecção
secundária

A deficiência em zinco é tão comum em todas as citriculturas que pode ser designada como deficiência habitual dos laranjais. É geralmente conhecida como "doença francesa" ("frenching").

LARANJEIRA
E OUTROS
CITRUS
"Doença
francesa"
(30)



Fig. 114 — Quando falta o zinco, as folhas são cloróticas, sendo a nervura principal a última afetada. Folhas pequenas aparecem. Os entrenós são curtos e a desfolhação é intensa.

Fitas irregulares de cor verde permanecem nos lados dos nervos principais e secundários, enquanto os demais tecidos se tornam cloróticos.

Este quadro é bem variável segundo o tempo e a gravidade da deficiência. Podem existir somente umas manchas cloróticas entre as nervuras ou pode a folha inteira ser clorótica, se bem que conservando a base da nervura principal não desbotada.

Também as manchas atribuídas a falsa melanose ou ferrugem de ácaro tem por base a deficiência de Zn. Pode-se curar com uma única pulverização de 1 kg de sulfato de zinco por 100 litros de água (21).

Folhas
pequenas
e entrenós
curtos

Folhas pequenas e entrenós curtos são fatos característicos. Em casos agudos, as folhas são muito pequenas, com tendência a assumir uma posição bem ereta.

Em casos moderados, sòmente as fôlhas novas são afetadas e os sintomas aparecem apenas em alguns galhos da copa do pé, geralmente no lado da maior insolação.

Quando a deficiência é mais grave, o lado noroeste do pé é inteiramente afetado. Galhos finos e eretos com fôlhas pequenas e cloróticas dão à planta um aspecto tufoso e clorótico. Mais tarde o "dieback" começa.

As frutas nas ramas afetadas apresentam sintomas correspondentes à gravidade da deficiência. São pequenas com casca muito grossa, lisa e clara. A polpa é dura e sêca.

Com porte
ereto

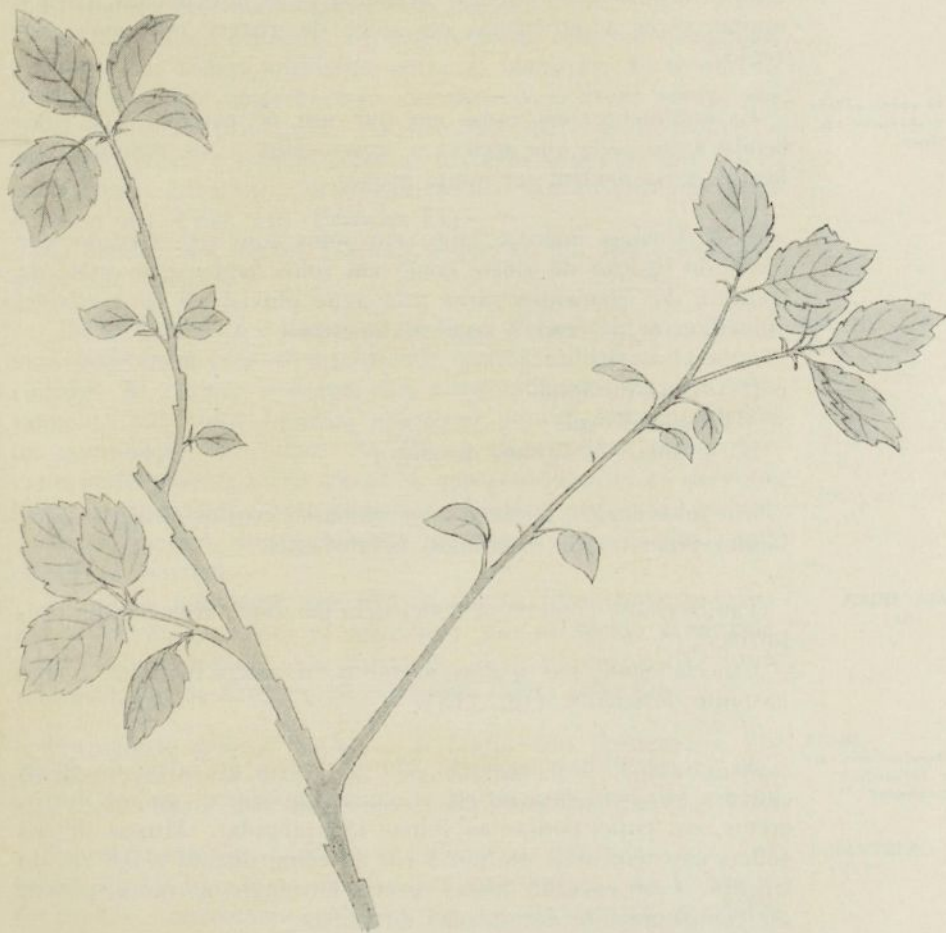


Fig. 115 — Os galhos ficam fortemente desfolhados quando há falta de zinco. Fôlhas pequenas surgem, e caem logo. O efeito de "rosetas", nas pontas dos galhos, é proeminente na macieira.

Provocados
pela sangria
do pé

Geralmente os sintomas da deficiência em zinco dominam os de outras deficiências, como, por exemplo, a de manganês, cobre etc. Os sintomas podem ser provocados pela sangria forte do pé (quando foram cortadas as raízes pela aração) pela falta de matéria orgânica ou por outras condições desfavoráveis às raízes, como, por exemplo, solo muito duro.

Está provado que as deficiências em magnésio e cobre baixam a capacidade da árvore em absorver o zinco. É conhecido que a falta de cobre intensifica a falta de zinco. Muitas vezes existe bastante zinco no solo, mas é inaproveitável para a laranjeira enquanto o cobre e magnésio estiverem em deficit. Por isso é sempre aconselhável corrigir primeiro essas deficiências, porque muitas vezes a deficiência em zinco desaparece com essa correção.

O azoto agrava
a carência em
zinco

Especialmente nos casos em que um pé carente está recebendo azoto — o que acelera o crescimento — os sintomas nos brotos novos podem ser muito graves.

A deficiência aparece tanto em solos com pH elevado por causa da ligação de zinco, como em solos ácidos por causa da lavagem dos elementos raros pela água pluvial. É aconselhável pulverizar os pés com a seguinte mistura:

100 litros de água,
1 quilo de cal,
120 gramas de sulfato de zinco.

Em solos ácidos, também uma adubação com os elementos que faltam pode trazer resultados satisfatórios.

MACIEIRA
(63)

Também nos pomares a deficiência em zinco traz muitos prejuízos.

Especialmente nas glebas arenosas, o zinco é muitas vezes bastante deficiente. (fig. 115).

Rosetas
e folhas
pequenas

As “rosetas” nas macieiras, que aparecem no início da época chuvosa são bem características, como também os galhos duros, eretos, em cujas pontas as folhas são pintadas. Muitas dessas folhas não têm mais do que 3 cm de comprimento e 0,8 cm de largura. Com exceção dessas rosetas terminais, as ramas podem ser completamente desnudadas de folhas.

Em baixo das partes afetadas brotam depois galhos com folhas normais, as quais, mais tarde, na época de desenvolvimento se tornam também pintadas e tortas.

A formação de botões é seriamente restringida e as frutas que vingam são geralmente pequenas e deformadas. Os galhos começam com o "dieback" depois do primeiro ano de afecção.

As frutas são
poucas e
pequenas

Em casos sérios, rosetas se formam nos galhos novos, depois que eles atingem um comprimento de um ou dois palmos. Essas folhas são pintadas, pequenas e deformadas. Os galhos e ramos afetados produzem muito poucas flores. Bem em baixo das ramas afetadas brotam, como já foi dito, galhos sãos.

Quando foi estabelecido que muitas variedades de leguminosas precisam de zinco para a formação de semente, ficou bem claro quanto elas necessitam desse elemento.

LEGU-
MINOSAS
(63)

Na sua falta, primeiro se desenvolvem manchas pequenas, marrons, nas folhas inferiores, entre as nervuras. O tecido intervenal torna-se amarelo-claro, permanecendo áreas verdes aos lados das veias principais. As manchas marrons provocam a morte do tecido e muitas vezes as margens e pontas das folhas encrespam e perecem. As folhas caem e são substituídas pelas novas e sãs. (Fig. 116, Prancha 15).

As plantas são, porém, fracas e pequenas, e a alfafa às vezes, sofre um "dieback".

"Brôto branco" é o nome vulgar desta deficiência no milho. É uma ocorrência bem conhecida em muitos milharais de monocultura. Ai, o zinco se esgota com o uso unilateral da terra. Geralmente os brotos brancos aparecem poucas semanas depois da germinação do milho. As folhas mais velhas nunca formam perfeitamente a sua clorofila, aparecendo entre as nervuras linhas amarelas ou esbranquiçadas. Manchas pequenas, brancas, de tecido inativo, desenvolvem-se logo nas folhas, as quais parcialmente morrem.

MILHO
"Brôto branco"
(13)

As folhas inferiores, que têm os pontos pèssimamente rasgados, morrem, enquanto as superiores são de tecido acentuadamente esbranquiçado. Os entrenós são mais curtos. O brôto é branco, não se abre e o pé acometido nunca solta flor.

Formam-se poucos botões. Os frutos são pequenos e deformes, sem valor comercial. As rosetas de folhas pequenas, nas pontas dos galhos desfolhados, são proeminentes. (fig. 118).

PESSE-
GUEIRO
(228)

Especialmente os tomateiros cultivados em solos ricos em humo são facilmente acometidos por esta doença. As folhas inferiores — anormalmente pequenas — apresentam pontinhos necróticos, enquanto o tecido entre as nervuras desbota. Morrem muito depressa as folhas afetadas, mas brotam novas folhas. O fato grave desta deficiência é que ela afeta a formação de flores, tornando-a muito reduzida.

TOMATEIRO
(63)

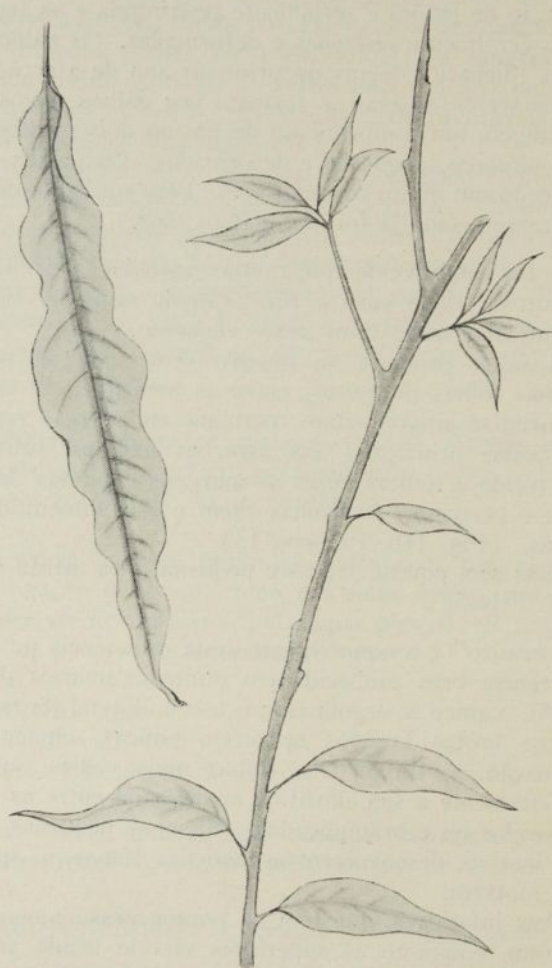
*Pessequeiro*

Fig. 118 — Os galhos, fortemente desfolhados, apresentam um "dieback" considerável. Fôlhas pequenas aparecem espontâneamente, enquanto os entrenós curtíssimos provocam o efeito de rosetas. As fôlhas são muito cloróticas, com margens onduladas e a nervura principal ainda verde.

TRIGO
(132)

Espiga branca

As fôlhas inferiores apresentam manchas aguadas, um tanto cinzentas, causando a morte rápida do tecido afetado. Enquanto as fôlhas morrem, o trigo espiga depressa, produzindo espigas brancas, muitas vezes com a falta de uma parte das panículas ou de tôdas estas. As arestas são moles, tortas e deformadas. Esse trigo nunca chega a florescer.

Como as “espigas brancas” são muito comuns em nossos trigaís, já foram consideradas como inevitáveis, e às vèzes mesmo como uma peculiaridade do trigo brasileiro. Assim não é, porém, tratando-se sòmente da falta de zinco.

Acrescentando-se 12 kg/ha de sulfato de zinco na mistura de fertilizantes, não sòmente as espigas brancas desaparecerão mas também as espigas serão maiores e as sementes mais graúdas.

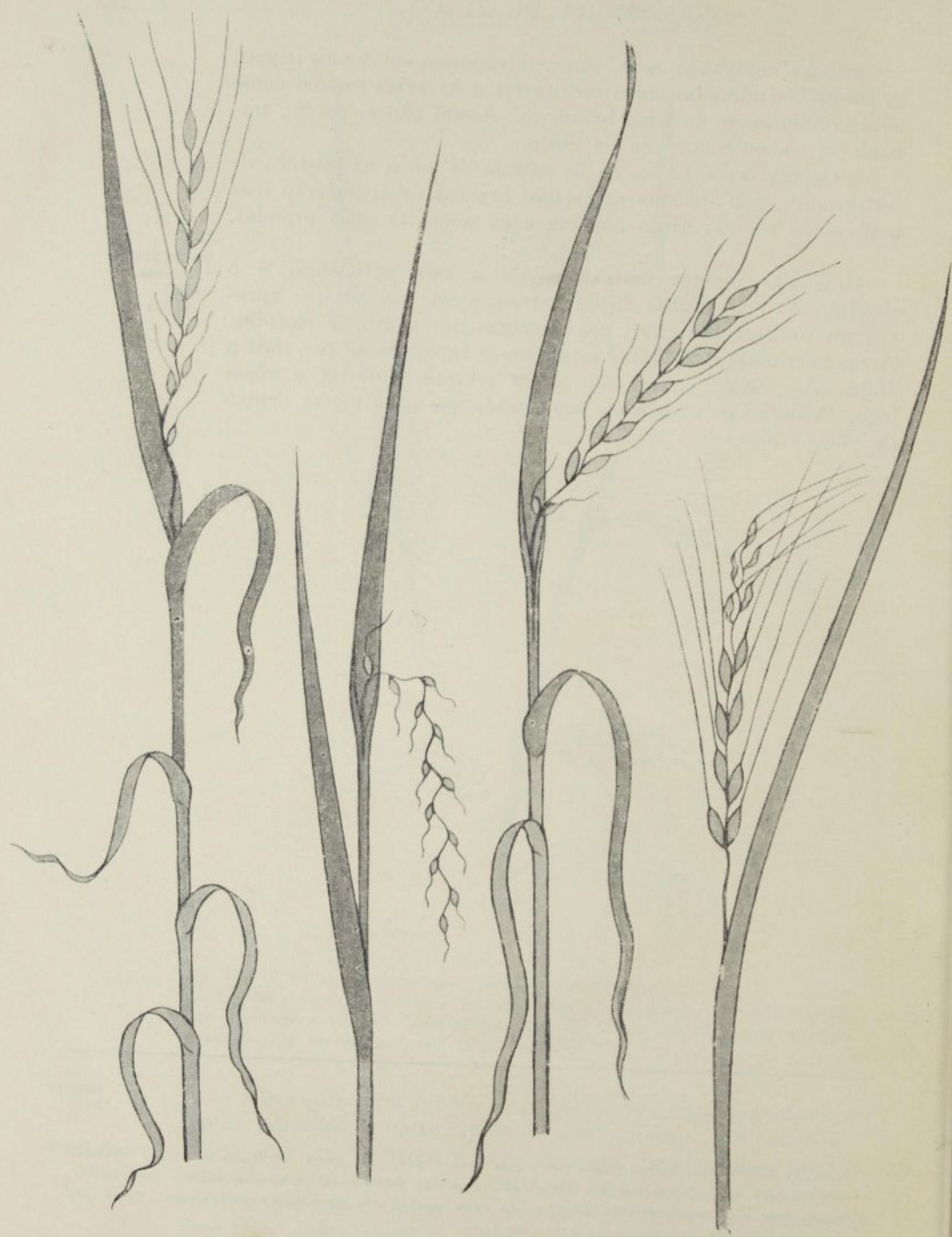
Uma das plantas mais sensíveis a esta deficiência é o chuchu. As suas fôlhas ficam extremamente pintadas, e apresentam sòmente aos lados das nervuras um pouco de clorofila. Áreas necróticas irregulares espalham-se ràpidamente por tòda a fôlha. As fôlhas ficam um pouco crêspas, furadas e caem logo. A deficiência pode ser tão grande que o pé morre dentro de poucos dias.

CHUCHU
(*Sechium*
edule)
(132)

Página oposta:

Trigo

119 — As fôlhas mais velhas ficam um pouco manchadas, com áreas cloróticas um tanto aguçadas e morrem logo. As espigas nascem mais cedo, mas são inteiramente brancas, muitas deformadas. Estas espigas são completamente estêreis. As suas pontas são geralmente deformadas. Estas são as manifestações da deficiência de zinco no trigo.



FERRO

DEFICIÊNCIA

O ferro é um dos elementos indispensáveis à sintetização da clorofila, embora não tome parte na molécula clorofilica.

Apesar de ter sido a clorose provocada pela deficiência em ferro a primeira a ser conhecida, raramente o ferro é deficiente em nossas culturas, enquanto os solos possuírem ainda matéria orgânica.

As árvores frutíferas, tôdas as culturas calcífugas, pinheiros etc., são muito suscetíveis a esta deficiência, quando escasso o humo.

A clorose clássica

A clorose geralmente não ocorre por faltar efetivamente o ferro no solo, mas porque êle se acha ligado em complexos inaproveitáveis para os vegetais. Assim, só as formas orgânicas de ferro divalente são aproveitáveis pelo vegetal, enquanto também as trivalentes e inorgânicas possam ser absorvidas pelas plantas. Uma adubação forte em cálcio ou fosfato, a deficiência em potássio, ou grandes quantidades de zinco, cobre ou manganês podem provocar facilmente esta clorose, causada pela falta de ferro. (31, 179).

O ferro não falta, mas é ligado

Geralmente, as plantas são capazes de absorver mesmo essas ligações insolúveis de ferro, mas não podem usá-las no metabolismo celular. A dificuldade consiste então não na impossibilidade de a planta absorver o ferro do solo mas na impossibilidade de aproveitá-lo.

O ferro assimilável mas inaproveitável

Por isso, a clorose causada pelo desequilíbrio em ferro, só muito dificilmente pode ser remediada, com o ferro permanecendo imóvel dentro da planta.

O sintoma dominante é sempre a clorose pronunciada das folhas mais novas do brôto que desbotam fortemente, tomando, às vêzes, uma côr esbranquiçada. As nervuras permanecem, ainda, por muito tempo, verdes. O característico desta deficiência é que as folhas não apresentam nem manchas necróticas (com exceção de casos muito sérios) nem queda de tecido. Sòmente as folhas próximas ao ápice exibem uma clorose pintada, por causa das nervuras verdes.

ABACAXI
(*Ananas
sativus*)
(78)

O brôto apical é clorótico, ostentando uma côr amarela-pálida até branco-amarelado. A ponta da fôlha morre.

Se perdurar a deficiência por muito tempo podem aparecer também manchas pardacentas nas fôlhas próximas ao brôto.

ARROZ

É bem conhecido que o arroz é uma planta que precisa de bastante elementos raros para o seu desenvolvimento normal.

Especialmente o ferro, o manganês e o zinco são elementos que êle não pode dispensar na dieta.

O arroz é
muito exigente
em ferro

Não se conhece cereal algum tão intolerante à deficiência dêste metal como o arroz da montanha. Geralmente os solos ácidos têm bastante ferro disponível, e principalmente nas terras mais pesadas e vermelhas se acham suficientes quantidades dêste metal em formas aproveitáveis, caso contenham suficiente matéria orgânica. Porém em solos leves, de côr branca ou preta, êle pode faltar efetivamente. Em solos leves, além disso, a deficiência em ferro é facilmente provocada pela adubação fosfatada, porque aí o equilíbrio é muito delicado. De outro lado, pode acontecer que grandes quantidades de outros metais, como o cobalto, zinco, manganês, etc., sejam mobilizados nesses solos, surgindo a impossibilidade de aproveitamento do ferro.

Clorose
provocada
pelo calcário

Geralmente encontramos em nossas culturas a clorose de ferro, provocada pela sobrecolagem. As fôlhas contêm, então, bastante ferro, mas não ferro solúvel que possa atuar na formação da clorofila. No caso do arroz, esta forma de clorose provocada pelo calcário dispensa cogitação.

No arroz, às vêzes, a clorose pela deficiência em ferro é causada pela igual deficiência em potássio, o poderoso solubilizador de muitos elementos. Na clorose do ferro, tôda a parte superior do arroz apresenta-se amarelo-claro sem mancha nenhuma.

BATATINHA
(63)

"Cálcio-clorose"

Como as deficiências em zinco, boro e manganês, esta deficiência encontra-se com freqüência em solos neutros ou alcalinos, mas aparece também depois de uma colagem forte em solos ácidos. Esta clorose tem por isso a denominação de "cálcio-clorose" pois é provocada pelo excesso de cálcio.

Primeiro, as fôlhas mais novas desbotam moderadamente. As pontas e margens permanecem ainda verdes. Com o tempo, desaparece não sòmente o pigmento verde, mas também o amarelo e as fôlhas tornam-se amarelo-claro e até mesmo brancas. O tecido clorótico curva-se para cima.

A redução da safra é considerável.

As folhas apicais dos galhos mostram uma clorose pronunciada entre as nervuras. Com o tempo, estas folhas podem ficar quase brancas, ainda com as nervuras esverdeadas. (132).

CAFEIEIRO
(132)

Aparecem estrias cloróticas paralelas às nervuras. As folhas apicais podem ficar completamente brancas, exceto na superfície inferior das nervuras (105). É muito característico as veias de verde escuro entre o tecido branco-amarelado, cobrindo o comprimento total das folhas novas. Enquanto as folhas novas se tornam brancas, as médias são estriadas e as velhas permanecem com a sua cor verde, muito viva. (134).

CANA-DE-
AÇÚCAR
(105, 132,
134)

A clorose, pela deficiência em ferro, manifesta-se primeiro nas folhas apicais que assumem uma cor amarelada bem regular, que depois se embranquece, enquanto as nervuras permanecem ainda verdes. O característico é que as folhas afetadas não apresentam manchas necróticas nenhuma, nem queda de tecidos. O ápice pode-se tornar quase branco, enquanto as folhas velhas permanecem verdes.

FUMO
(106)

Nas laranjeiras, a deficiência em ferro não é rara e constitui, em certos solos, problema sério, especialmente nos calcários.

ARANJEIRA
E OUTROS
(63, 170,
69)

As folhas novas das pontas terminais dos galhos apresentam uma clorose regular, com uma rede de nervuras finas e verdes. Uma pulverização provoca uma reação imediata nas folhas, que apresentam logo manchinhas verdes, nos lugares onde o líquido as atingiu. (Fig. 121, Prancha 14).

Em casos graves, as folhas apicais tornam-se totalmente amarelas até alaranjadas. Estas são muito finas. Podem aparecer mesmo áreas necróticas. Neste ponto as folhas terminais caem. Os frutos são poucos, pequenos, duros e com casca áspera de cor clara. (69).

Especialmente a soja está sujeita, às vezes à deficiência em ferro, quando o solo haja recebido uma sobrecarga. Notamos uma relação estreita entre a deficiência de ferro e a de manganês, ambos elementos altamente necessários para a formação da clorofila. Quando o ferro falta, quase infalivelmente se desenvolve uma intoxicação pelo manganês. Em casos de toxicidade devida ao ferro, uma aplicação de manganês equilibra o balanço desses elementos. Quase todas as leguminosas perdem as suas folhas e botões quando deficientes em Fe.

LEGU-
MINOSAS
(63),

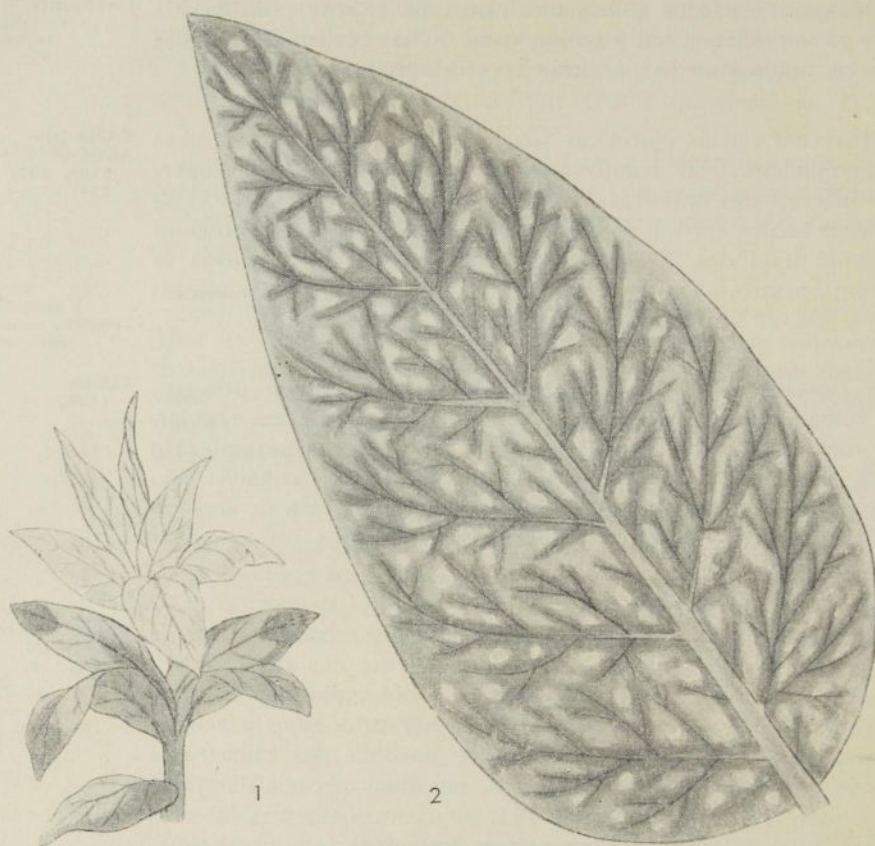


Fig. 120 — 1 — A clorose provocada pela falta de ferro é muito semelhante à que resulta da deficiência em manganês, com a diferença de se limitar às folhas superiores e de não aparecerem manchas necróticas. Ela começa no meio do limbo, e progride para a ponta, base e margem das folhas. 2 — Clorose provocada pela carência de manganês.

Soja
(63)

As folhas superiores amarelecem e se enrolam um pouco.

Com o tempo, tôdas as folhas novas e também as nervuras tornam-se brancas.

Numerosos pontinhos necróticos — atribuídos à toxidez do manganês — aparecem logo nas margens das folhas. Neste estado, as plantas não se recuperam mais com a pulverização.

Amendoim

O amendoim é também bastante suscetível a esta deficiência, ao passo que a alfafa se mostra muito tolerante a ela.

Solução 1%
de sulfato
de ferro

Como é muito difícil distinguir de início entre a deficiência em ferro e em manganês, aconselha-se pulverizar uma planta

afetada com uma solução de 1% de sulfato de ferro e outra com uma solução de 2% de sulfato de manganês. A recuperação de uma dessas plantas indica qual é a deficiência reinante.

As folhas terminais dos galhos desbotam até um verde quase branco e caem. Às vezes, os brotos secam. As frutas têm partes intensamente coloridas, enquanto o fundo é pálido. (167).

MACIEIRA
(121, 167)

As folhas mais novas apresentam-se vivamente estriadas, sendo as nervuras de verde escuro enquanto o tecido é de um amarelo-esbranquiçado. Enquanto os brotos desbotam para branco, as folhas médias são estriadas e as velhas sempre conservam a sua cor verde. (134).

MILHO
(123B, 134)

As folhas apicais são completamente amareladas até brancas. O tecido se decompõe. As folhas novas são as primeiras que caem. (95, 98).

PESSE-
GUEIRO
(188)

Como a solubilidade do ferro depende da reação do solo, é preciso ter sempre esse fato em consideração. Por isso aplicando-se uma calagem, é muito aconselhável distribuir ao mesmo tempo uma adubação orgânica que tem a capacidade de manter disponível o ferro do solo. Especialmente na horticultura, a deficiência em ferro aparece freqüentemente, porque o costume de aplicar cálcio ou fósforo é muito comum.

TOMATEIRO
(63)

A deficiência em ferro sempre se manifesta pelo desenvolvimento de folhas cloróticas com nervuras verdes, na parte superior da planta.

O humo
mantém solúvel
o ferro em
solos com
calagem

No tomateiro a clorose geralmente aparece com um pouco de necrose, o que provoca a formação de folhas pequenas. Como o ferro existe em grandes quantidades nas folhas de diversas verduras, uma quebra considerável do rendimento pode ocorrer quando ele é deficiente.

As folhas apicais do ramo são cloróticas, mostrando o quadro característico das veias verdes. As uvas são pequenas, duras e os cachos são raros devido ao imedido crescimento dos ramos novos.

VIDEIRA
(55)

MOLIBDÊNIO

DEFICIÊNCIA

Para a redução
dos nitratos

Reconheceu-se que o molibdênio é elemento necessário para o desenvolvimento vegetal (8). As plantas podem existir perfeitamente, porém, sem esse metal, caso o azoto seja fornecido em forma de amônio. Plantas crescidas em ambiente carente de molibdênio acumulam (167) o nitrato no seu tecido, sem poder aproveitá-lo. O molibdênio constitui fator indispensável na enzima que reduz os nitratos.

Possibilita
a fixação de
azoto
atmosférico

De outro lado, as leguminosas não são capazes de fixar azoto atmosférico na ausência de molibdênio, e até hoje não conhecemos ainda um organismo que possa fixar o azoto atmosférico sem molibdênio (2). Em terras bastante ácidas, as leguminosas só podem ser produzidas com sucesso, se for aplicado uma quantidade de 0,1 até 2 kg/ha de molibdato de amônio ou molibdato de sódio, ou uma calagem boa para corrigir o pH. Nas hortaliças, trata-se as mudas com 12 g de molibdato de sódio por 100 m² ou recorre-se ao tratamento da semente com uma solução de 0,02% de molibdato de sódio. Uma adubação de molibdato de sódio no sulco com a semente na base de 0,1 a 0,2 kg/ha ou uma adubação da área com 0,5 a 1 kg/ha (máximo 2,5 kg/ha) de molibdato de sódio. Em maiores quantidades é venenoso para os animais.

COUVE-FLOR
(92)

Em solos turfosos, esta deficiência acontece com facilidade. É ligada a terras ácidas. Desenvolvem-se folhas compridas, alongadas, de contorno irregular, esbranquiçadas com nervuras salientes. Conhece-se na América do Norte esta deficiência como "whiptail". A mesma se combate pela pulverização com 1,5 g de molibdato de sódio dissolvidos em 15 litros de água, o que é suficiente para 1.500 mudas. O replantio deve ser efetuado somente 3 semanas após a pulverização. (92).

LARANJEIRA
(165)

As folhas da base do galho tornam-se mosqueadas de manchas amarelas. A face inferior do limbo foliar excreta uma goma muito típica a esta deficiência. O desfolhamento do pé, em casos graves, pode ser severo. Nota-se que aqui a queda das folhas começa na base dos galhos do ano em curso. Nos E. U. A., esta deficiência chama-se "yellow spot" isto é, mancha amarela. (165).

Especialmente as leguminosas têm muita necessidade de um abastecimento adequado em molibdênio, porque precisam desse estimulador das bactérias fixadoras de azoto atmosférico. Especialmente em solos com teor alto em ferro, como os lateritos e terras roxas, a falta de molibdênio pode ser bastante pronunciada. Mas, mesmo assim, 56 gramas de óxido de molibdênio podem ser bastantes para suprir a deficiência de um hectare de leguminosas.

LEGU-
MINOSAS
(117)

Deficiência
em lateritos
e terras roxas

Está provado que quase todas as leguminosas reagem favoravelmente nesses solos a uma aplicação desse elemento, fixando mais azoto e por isso produzindo mais proteínas. É aconselhável, porém, não aplicar esse metal se não notar uma deficiência pronunciada, porque um excesso de molibdênio é tóxico para o gado e outros animais domésticos.

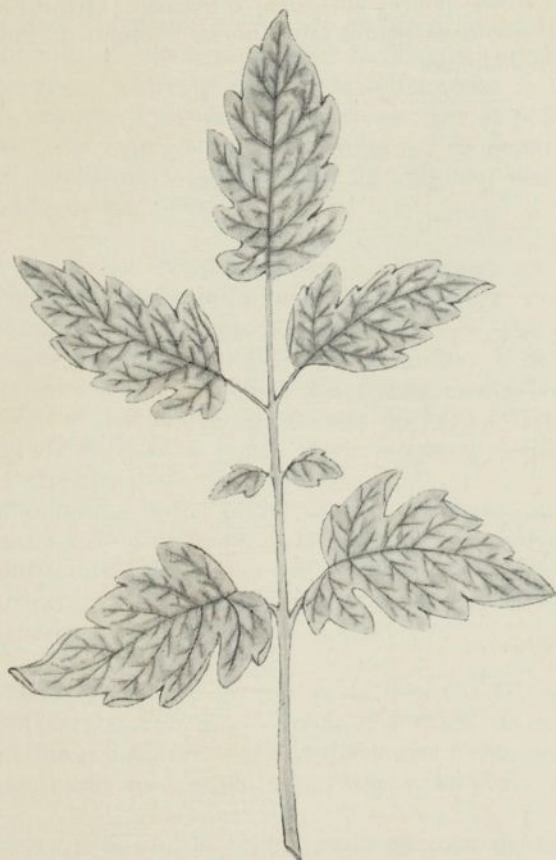


Fig. 122 — As folhas, nas plantinhas novas, são crêspas, ostentando uma clorose moderada. As nervuras permanecem verdes e as margens dos lóbulos enrolam-se para cima.

É como se
faltasse azoto

Geralmente esses sintomas de deficiência são os mesmos de um baixo nível azótico, sómente as folhas apresentam-se muito mosqueadas.

TOMATEIRO
(63)

Nas plantinhas novas as folhas inferiores começam a ostentar uma clorose com as veias principais e secundárias ainda de um verde-claro e um encrespamento moderado, enquanto as margens dos lóbulos enrolam-se para cima. No estado final, as pontas e margens dos lóbulos morrem; as folhas recém-desenvolvidas são, a princípio, normais, mas logo apresentam também aspecto clorótico.

Geralmente em terras barrentas provenientes de "serpentina", esta deficiência ocorre com muita facilidade.

A influência do molibdênio sobre o crescimento das culturas é nulo em terras pobres em cálcio e fósforo. Quanto mais fósforo a disposição da planta tanto maior o efeito de uma adubação com molibdênio.

CONCLUSÃO

Sabemos perfeitamente que uma grande parte das plantas de cultura não foi tratada neste livro. Não é possível tratar de todas elas neste molde limitado. Mas escolhemos sempre as plantas mais importantes e mais características para o estudo das deficiências a que estão sujeitas.

Relacionamos as manifestações de deficiência nutritivas nas plantas segundo os elementos, para facilitar a observação da semelhança visível entre as diversas manifestações de carências nas demais plantas. Procuramos sempre escolher as plantas mais opostas nas suas manifestações de carências, de modo que não será difícil qualificar as deficiências de culturas, não tratadas aqui, segundo os exemplos.

Ordem segundo
os elementos

Sabe-se agora, por exemplo, quais os elementos que manifestam primeiro a sua deficiência nas partes superiores e quais nas partes inferiores, mais velhas da planta. Sabe-se, por exemplo, que, nos casos da falta de potássio ou magnésio, a clorose está começando nas margens e pontas das folhas, muitas vezes sem atingir a base destas, enquanto na falta do boro ela começa na base, progredindo para a ponta foliar e que a deficiência de ferro ataca primeiro o centro do limbo.

Manifestações
da clorose

São conhecidas as deficiências que proporcionam uma clorose geral — como a do nitrogênio, a do zinco, a do enxôfre, etc. — que se manifestam pela clorose do tecido, e esta onde as nervuras permanecem até o fim verdes, como no caso do manganês, no do magnésio e no do ferro.

Todos conhecem bem o fenômeno da desfolhação, isto é, da queda das folhas cloróticas — como nos casos do manganês, zinco, magnésio e potássio — ou da queda das folhas sem prévia descoloração, como no caso de boro, cálcio e, às vezes, do cobre.

Manifestações
da desfolhação

— Explicamos a morte do brôto, como no caso da deficiência em boro ou cálcio, ou do superbrotamento e varas de água — o que se dá quando o boro ou cobre faltam na dieta.

Morte da gema
apical
Superbrotamento

Valor da tabela
esquemática

A tabela esquemática das deficiências ajudará muito a descobrir com facilidade o que não foi explicado neste livro. Uma vez que se tenha a noção da natureza da carência em foco, bastará ler com atenção tôdas as manifestações dessa carência, verificando o que prevalece no caso particular.

Podia ser ampliada a relação das culturas de que tratamos, mas não é necessário fazê-lo, porque cada lavrador que queira saber o que está faltando na sua lavoura poderá consegui-lo facilmente, desde que conheça bem as experiências contidas neste livro. Assim, nunca lhe será difícil apurar qual a deficiência em questão.

Planta teste

Um método simples é plantar em tôdas as lavouras — de vez em quando — uma planta teste, como um pessegueiro ou um pé de fumo.

O pessegueiro nôvo, especialmente, é a melhor planta teste para as deficiências em potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio, zinco e magnésio. O rubim (*Leonurus sib.*), planta que encontra-se em tôdas as beiradas de estradas e caminhos, é teste excelente para o manganês, enquanto a mandioca deve servir para reconhecer a falta de boro. O fumo é ótimo teste para as deficiências em boro, cobre, potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio, manganês, enxôfre e zinco.

O pessegueiro é muito importante porque indica as deficiências antes de as lavouras serem plantadas. O fumo serve especialmente para identificar nas lavouras em pé a deficiência reinante. O melhor teste para a falta de fósforo seria a cana da variedade CO 290, que, com 2 meses de idade, apresenta pronunciada pigmentação purpúrea nas folhas, quando há carência de fósforo.

Com ajuda dessas plantas-testes o lavrador pode facilmente saber qual deficiência que está se desenvolvendo, o que está faltando no seu campo e com o que deve ser êle adubado.

O lavrador que não quer se ver na impossibilidade de desvendar uma deficiência desconhecida, planta essas plantas-testes e, tendo aprendido o diagnóstico visual das suas folhas, pode, por êsse meio, tudo compreender, como acontece com aqueles que conhecem perfeitamente a “língua” de tôdas as plantas.

Estamos, por isso, certos de que êste livro ajudará aos nossos lavradores a estabelecer uma nova agricultura, que será sadia, estável e lucrativa.

CONTROLE O SEU DIAGNÓSTICO

Sempre surgirão dúvidas sobre se o diagnóstico feito no campo estará certo, ou se terá sido confundida uma deficiência com alguma outra.

Daí a necessidade do auxílio das seguintes noções:

Provocadas pela seca prolongada são sempre as deficiências em: **Sêca**
boro, zinco, ferro, manganês, cobre, enxôfre, nitrogênio.

Provocadas pelo excesso de umidade são as deficiências em: **Chuva**
potássio, magnésio, fósforo, cálcio.

Em época fria, deficiências em: nitrogênio e potásio.

Excessiva queda das folhas: No tempo da florescência — **Queda das folhas**
falta: potássio. Cedo no outono, ou depois de um tempo chuvoso
— falta: magnésio.

As flôres: Formação de botões muito escassa ou nula, defici- **As flôres**
ência em: boro, cobre, nitrogênio, zinco, manganês, fósforo.
(Quando há falta permanente destes elementos): Quando isto
acontece, sobretudo em plantas anormalmente altas — falta:
cálcio.

Os botões tornam-se cloróticos e caem — falta: nitrogênio, **Caem os botões**
boro ou ferro. (Quando a deficiência surge mais tarde, na
época).

Os botões apodrecem nas pontas: falta de cálcio.

As flôres murcham, sem formar frutas — falta: potássio ou **Caem as flôres**
cálcio.

(Em épocas desfavoráveis durante a florescência).

As frutas caem — quando ainda pequeninas, apresentando **Caem as frutas**
coloração escura — falta: boro.

Mais ou menos no fim do segundo e do terceiro mês — falta:
cobre. Antes de amadurecer — falta: fósforo ou potássio.

A deficiência aparece:

Nas plantinhas novas: no ápice, enxôfre ou nas fôlhas velhas, molibdênio. — Em certas culturas: como murcha dos caules, cálcio.

Na época da florescência: cálcio, potássio.

Depois da queda das pétalas: fósforo, boro.

Sòmente em fôlhas maduras, mais tarde, na época: magnésio.

RESUMO DA AÇÃO RECÍPROCA DOS ELEMENTOS

É importantíssimo conhecer as ações recíprocas dos elementos, porque sem isso se torna difícil combater uma deficiência.

Sem esse conhecimento, raramente uma adubação terá êxito esperado e, muitas vezes, prejudicará as culturas.

NITROGÊNIO

I. O deficit em nitrogênio é muitas vezes provocado pela ausência de molibdênio ou manganês. Pode ser também associado à falta de enxôfre.

a) Quando falta manganês, uma adubação azotada pode provocar sintomas distintos da carência de nitrogênio. As plantas armazenam os nitratos em grande escala, sem poder aproveitá-los. O manganês habilita as plantas a aproveitarem o azoto em forma de amônio.

b) Quando há carência de molibdênio, as plantas perdem a sua capacidade de converter nitratos em aminoácidos e proteínas. Também neste caso, os sintomas da deficiência em azoto são geralmente provocados pela adubação com azoto nitrado.

II. Um excesso de nitrogênio provoca sempre a deficiência em cobre, zinco e manganês.

FÓSFORO

I. A deficiência deste elemento é muito ligada às de magnésio e potássio. Especialmente quando falta o magnésio, a deficiência em fósforo é muito pronunciada. Pelo excesso de cal e micronutrientes, o fósforo torna-se inaproveitável.

II. Uma adubação excessiva em fósforo provoca, infalivelmente, intensa clorose, por causa do deficit de ferro.

III. Cloro (de KCl) dificulta a absorção de P.

IV. Boro facilita a assimilação de P.

POTÁSSIO

- I. Um deficit de potássio no solo geralmente provoca:
- a) A igual deficiência em: fósforo, ferro, boro. E como o boro é estreitamente ligado ao cobre, também aparece a carência de cobre. A ligação deste elemento provoca por sua vez a insolubilidade de zinco e manganês.
 - b) De outro lado, resulta disso um excesso fictício de magnésio, cálcio, e a ação prejudicial desses dois elementos.

CÁLCIO

- I. Um deficit em cálcio provoca a ação tóxica de magnésio e boro, e muitas vezes também a resultante do zinco e do manganês.
- II. Uma calagem forte causa sempre deficiência pronunciada em magnésio, boro, manganês, zinco, ferro.

MAGNÉSIO

- I. Um deficit deste elemento sempre agrava a deficiência em fósforo e provoca tanto as de zinco e manganês, como muitas vezes também a de ferro.
- II. Uma adubação forte em magnésio causa o deficit relativo de cálcio e potássio.

FERRO

Este é o elemento mais sensível e muito facilmente desequilibrável. A sua deficiência pode ser provocada tanto pela falta de potássio, como pela concentração em manganês, zinco, cobre, cobalto e cálcio. Também uma dada forte de fósforo provoca a deficiência de ferro.

BORO

- Encontra-se num balanço muito delicado com o cálcio.
- I. Geralmente a deficiência em boro provoca também a de cálcio.
- II. Por outro lado, uma calagem forte causa o deficit de boro.

COBRE

- I. A deficiência de cobre provoca igual deficiência de zinco.
- II. Um excesso de cobre provoca a deficiência de ferro.
- III. É desequilibrado por um excesso de nitrogênio ou mat. orgânica.

MANGANÊS

I. A falta d'êste elemento provoca as deficiências de nitrogênio e zinco.

II. Um excesso de manganês determina a falta de ferro.

Êste resumo foi feito para lembrar que a deficiência, como também muitas vêzes o excesso de um mineral, é um fator bem relativo. Em muitos casos não se trata duma deficiência efetiva, mas sòmente duma deficiência relativa, provocada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos já muito sobre o metabolismo das plantas, mas ainda há nesse fenômeno diferentes fatores cujo modo de ação não podemos explicar.

Etileno

Assim acontece, por exemplo, com o fato de uma adubação com etileno aumentar o rendimento das batatinhas, batata-doce, mandioca, etc. em 70% e a coroação do trifólio em 100%.

Hormônios

Sabemos muito acerca dos chamados fito-hormônios. Têm-se realizado com êles experiências com muito êxito, mas não podemos ainda explicar perfeitamente sua atuação.

As plantas e os elementos menores

Infelizmente, por muito tempo, o homem se julgou tão superior a tudo que, sabendo que as plantas contêm, por exemplo, elementos menores, não chegou à conclusão de que estas precisam deles para o seu próprio metabolismo e, de que não armazenam tais elementos para beneficiar o homem e o seu gado. Foi tarde, quase tarde demais, que êle verificou isso.

Da mesma maneira, o homem aproveitava as vitaminas, sem considerar que a própria planta também necessitava delas, pois se assim não fôsse não as produziria.

"Auxina"

KOEGER, de Utrecht, provou que os cereais em germinação emitem um órgão, o "coleoptite", que produz o hormônio "auxina" completamente indispensável para o seu crescimento. Quimicamente puro, a "auxina" é incomparavelmente mais forte do que os hormônios humanos. Apesar disso, 10 bilhões de plantinhas de milho contêm somente 1 grama desse hormônio.

A "auxina" somente presente nos germes e no meristema, precisa, para a sua formação, de boro e cálcio. Se bem que êsses elementos só sejam necessários em quantidades infinitamente mínimas, falta também a "auxina", o que parece inconcebível, dada a aparente insignificância desses traços mínimos.

Vitamina C Vitamina B

Estamos cientes de que a formação da vitamina C está estreitamente ligada à presença de boro e cobre, que a vitamina B e seu complexo não podem ser produzidos quando falta o mag-

néσιο. Na mesma ordem de idéias, lembramos também que sem magnésio e vitamina B, as folhas, como a pele humana, se enrugam.

Sabemos que sem manganês, zinco, boro, cobre e ferro não há respiração, nem nas plantas nem nos animais, ou no homem; sabemos que sem cálcio aparecem muitas anomalias, tanto na planta, nos animais e no homem, como intoxicações nas plantas, nervosismo e raquitismo no homem, etc., que são a consequência da falta deste elemento.

Cobre, Mn,
Zn, B, Fe

Cálcio

As plantas precisam de iodo para a produção de certos hormônios, como o homem para a função normal da tireóide.

Iodo

Tanto a saúde pública, o vigor do homem e a prosperidade e saúde das nossas culturas, como os bons rendimentos, dependem unicamente do abastecimento suficiente em minerais e, não por último, dos elementos menores.

Saúde pública

E considerando-se que 1 kg de aço custa apenas 3 cents, enquanto 1 kg de ferro orgânico custa 36.000 dólares, vamos apreciar melhor o serviço das plantas. Sabendo-se que sem ferro não existe vitamina A e sem vitamina A não há crescimento normal, compreendemos um pouco melhor a estreita relação entre os vegetais e o homem.

Ferro orgânico

Achamos que é nossa obrigação lembrar, ainda mais uma vez, a água, de cujo regime tanto se abusa.

A água

A água é para a planta o que constitui o sangue para nós: o transportador dos alimentos.

98% da energia solar captada pela planta é por esta dispendida somente para a circulação da seiva. Quanto maior a área foliar, tanto maior também a energia solar captada, tanto melhor a produção de açúcar e demais alimentos, os quais são produzidos pela fotossíntese, mas tanto maior também o gasto em água.

Energia solar

Precisa para sua produção:

Água gasta

1 kg capim maduro	600 litros de água,
1 kg de lenha	1.000 litros de água,
1 kg de pão	4.000 litros de água,
1 kg de milho em grão	6.000 litros de água.

Nesta altura temos de lembrar que a água é geralmente fator de crescimento e que só em último lugar lhe damos atenção.

Quanto já se falou e escreveu sôbre os adubos químicos! Contudo, só nos últimos anos se fala também da água, da recuperação e conservação do solo em estado fôfo e da irrigação artificial.

Irrigação

A irrigação, que proporcionou a vida dos astecas no México, está garantindo a vida do povo nipônico, está pondo a Itália nas condições de exportar trigo e arroz.

Queremos lembrar que 1 hectare irrigado dá alimento para 6 a 8 pessoas, enquanto 1 hectare sem irrigação alimenta apenas duas pessoas.

Egito

No Egito não há vida sem irrigação, e esta é ali tão velha como a história do país. E desde que foi construída a grande represa de Makwar, os dois milhões de hectares de terra nas beiras do Rio Nilo constituem uma das regiões mais férteis da África. E constrói-se hoje a represa de "Assuan" no Nilo Azul, que deve garantir ainda maior abundância para aquele país.

Palestina

Já 64 anos antes de Cristo, a Palestina dispunha dos mais amplos aquedutos subterrâneos, as chamadas "fogaras" que forneciam não sômente água para as cidades, mas também para a agricultura. Ali, um terreno irrigado é 5 a 10 vezes mais produtivo do que sem irrigação. E o Governo de Israel sabe que pode garantir a existência de mais 4 milhões de habitantes, desde que irrigue de nôvo o seu território próximo do Rio Jordão, como está fazendo.

Irrigação por aspersão

Além disso, é um fato provado — especialmente pelas grandes experiências feitas no Peru — que as plantas irrigadas por aspersão ficam quase isentas de pragas.

A fofice

Um solo fôfo, duma estrutura bem arejada, fornecerá sempre colheitas mais altas, mais seguras e de melhor qualidade do que um solo decaído. O melhor método de conservar a água em nossas terras de cultura é flocular o solo.

Adubação com bactérias

Cabe relatar também aqui as experiências do cientista húngaro A. V. GÖTTTHARDT, que fez criações de bactérias nos seus solos durante 6 anos, paralelamente a 2.100 lavouras mantidas pelos processos comuns. Obteve nas suas culturas um aumento das safras — em relação à média das lavouras comuns — de 30 a 98%, especialmente nas de tomates, beterrabas e frutas.

Experimentos feitos pela Faculdade de Agricultura de Viena, com adubação bacteriana, em grande escala, mostram que 1

tonelada de adubo bacteriano, produzido na fábrica, vale 20 toneladas de estrume de curral, produzido com toda a cautela e cuidado. As mesmas experiências foram feitas pela Escola Superior de Agricultura de Piracicaba, usando vinhaça como adubo bacteriano.

Sem bactérias não existe a fofice, sem fofice não há um abastecimento regular de água — nunca existe num solo fôfo excesso ou escassez de água — e sem água a planta não pode aproveitar os elementos do solo. A água é essencial para a seiva vegetal e portanto para a alimentação da planta.

Convém repetir — e isso diz respeito tanto à nutrição das plantas pelos minerais, como ao seu abastecimento em água — que, enquanto tivermos erosão em nossas terras de cultura, nunca poderemos esperar colheitas altas. A erosão estraga o solo tanto física e quimicamente como biologicamente e um solo sem humo, sem vida microbiana, sem uma estrutura estável e um arejamento adequado nunca proporcionará safras abundantes porque o seu regime hidrológico é desequilibrado.

Nada adianta a adubação química — pelo menos nunca produz efeito que compense os esforços realizados — sem igual combate à erosão.

Fofice,
regulador da
umidade do
solo

Erosão

BIBLIOGRAFIA

- 1 — ALIJEW, W. R.: *Nachr. Akad. Wiss. Azerbadshan USSR*, biol. Wiss. 43-51, 1962.
- 2 — ANDERSON, A. J. e THOMAS, M. P.: *Council Sci. Ind. Res. Bul.* 198 : 7, 1946.
- 3 — ANDERSON, A. J. e SPENCER, D.: *Nature*, 164 : 273, 1949.
- 4 — ANDERSON, P. J. et al.: *Connecticut Agr. Exp. Sta. Bul.* 334 : 137-217, 1932.
- 5 — ANSIAUX, J. R.: *Bul. classe Sci. Acad. Roy-Belgique*, 5 Ser. XLII : 664-675, 1962.
- 6 — ARNON, D. I. et al.: *Plant Physiol.* 17 : 515, 525, 1942.
- 7 — ARNON, D. I. et al.: *Plant Physiol.* 24 : 1, 1949.
- 8 — ARNON, D. I. e STOUT, P. R.: *Plant Physiol.* 14 : 599, 1939.
- 9 — ARNON, D. I.: *Soil Sci.* 44 : 91, 1937.
- 10 — ARNON, D. I. et al.: *Amer. J. Bot.* 27 : 791, 1940.
- 11 — ARNON, D. I. e WHATLEY, F. R.: *Science* 110 : 554, 1949.
- 12 — ASKEW, O. H.: *New Zeal J. Sci. and Techn.* 17 : 388-391, 1935.
- 12-A — ASMUS, F.: *Dt. Landwirtschaft* 12 : 15-17, 1961.
- 13 — BARNETTE, R. M., CAMP, J. P. e WARNER, J. D.: *Florida Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 1933/34 : 40-50, *Florida Agr. Exp. Sta. Bul.* 292, 1936, *Soil Sci.* 39 : 145-156, 1935.
- 13-A — BAXTER, P.: *Outlook on Agric.* 3 : 274-277, 1962.
- 14 — BEAUMONT, A. B. e SHELL, M.: *J. Agr. Res.* 50 : 553, 1935.
- 15 — BIDULPH, O.: *Kansas Agr. Exp. Sta. Rep.* 4 : 48, 1953.
- 16 — BONNER, J. e GALTSON, A. W.: *Edit. Aquilar*, 61-62, 1955.
- 17 — BRENCHEY, W. E. e WARINGTON, K.: *Ann. Bot.* 41 : 167-187, 1927.
- 18 — BRENCHEY, W. E.: *Bot. Rev.* 2 : 173-196, 1936.
- 19 — BRAY, R. H.: "Diagnostic Techniques for Soils and Crops", 1948.
- 20 — BRYAN, O. C. e DEBUSK, E. E.: *Fla. Grower*, 45 : 6, 24, 1936.
- 21 — *Bul. Est. Exp. Citrus*, Lake Alfred, Calif., 1956.
- 22 — BURKHART, L. e COLLINS, E. R.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 6 : 272-280, 1941.
- 23 — BUSSLER, W.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 100 : 42-52, 1963.
- 23-A — BUSSLER, W.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 99 : 207-215, 1962.
- 23-B — BUSSLER, W.: *A. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 99 : 215-222, 1962.
- 24 — BUSSLER, W.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 100 : 129-142, 1963.
- 24-A — BUSSLER, W.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 100 : 53-58, 1963.
- 25 — CAMP, A. F. e FUDGE, B. R.: *Florida Agr. Exp. Sta. Bul.* 335, 1939.
- 26 — CAMP, A. F.: *Soil Sci.* 60 : 157-164, 1945.
- 27 — CAROLUS, R. L. e BROWN, B. E.: *Virginia Truck Exp. Sta. Bul.* 89 : 1250-1288, 1935.
- 28 — CAROLUS, R. J.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 32 : 610-614, 1934.
- 29 — CHANDLER, F. B.: *Maine Agr. Exp. Sta. Bul.* 404, 1941.
- 30 — CHAPMAN, H. D. et al.: *J. Agr. Res.* 55 : 365, 1937.
- 30-A — CHAPMAN, H. D. et al.: *Calif. Citograph* 24 : 427, 1939 e *J. Agr. Res.* 55 : 365-779, 1937.
- 31 — CHAPMAN, H. D.: *Ann. Rev. Biochem.* 47 : 709, 1945.

- 31-A — CHAPMAN, H. D. e BROWN, S. M.: *Hilgardia* 14 : 161-181, 1941.
- 32 — CHUCKA, J. A.: *Amer. Potato Jour.* 11 : 29-35, 1934.
- 33 — COLLINS, G. H.: "*Fertilizantes Comerciales*", pág. 137-140, 1958, Madrid.
- 34 — COLLINS, G. H.: "*Fertilizantes Comerciales*", pág. 242-243, 1958, Madrid.
- 35 — COLWELL, W. E. e LINCOLN, C.: *J. Amer. Soc. Agron.* 34 : 495-498, 1942.
- 36 — COOPER, H. P. et al.: *South Carolina Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 45 : 29-30, 1931/32.
- 37 — COOPER, H. P. et al.: *South Carolina Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 46 : 17-28, 1932/33.
- 37-A — COOPER, H. P. e GARMAN, W. H.: *Soil Sci Soc. Amer.* 7 : 331-338, 1942.
- 37-B — COOPER, H. P. et al.: *Soil Sci.* 65 : 75-95, 1948.
- 38 — DEARBORN, C. H. e RALEIGH, G.: *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 33 : 622-623, 1936.
- 39 — DENNIS, R. W. G. e O'BRIEN, D. G.: *West of Scot. Agr. Col. Res. Bul.* 5, 1937.
- 40 — DOBROLJUBSKIJ, D. K.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 93 : 175-176, 1961.
- 41 — DUNNE, T. C.: *J. Dept. Agr. West. Aust.* 15 : 1, 120-126, 1938.
- 42 — EATON, F. M.: *J. Agr. Res.* 69 : 237-279, 1944.
- 43 — ECKSTEIN, O.: "*Kennzeichen des Kalimangels*", 1937, New York.
- 44 — EDMOND, J. B. e SEFICK, H. J.: *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 36 : 544, 1939.
- 45 — *Farm Chem.*, Outubro 1958, pág. 6.
- 46 — FISHER, P. L.: *Maryland Agr. Exp. Sta. Bul.* 375 : 283-298, 1935.
- 47 — FORSEE, N. J. Jr.: *Soil Sci. Fla. Proc.* 2 : 53, 1940.
- 48 — FRANCO, C. M. e MENDES, H. C.: *Bol. Sup. Serv. Café*, 28 : 19, 1953.
- 49 — GARDENER, H. W.: "*The Use of Lime*", 1953, London.
- 50 — GARNER, W. W. e McMURTREY, J. E. Jr. et al.: *J. Agr. Res.* 23 : 27-40, 1922.
- 51 — GARNER, W. W., McMURTREY, J. E. Jr. e MOSS, E. G.: *Science* 56 : 341-342, 1922.
- 52 — GELTSEY, F. Y.: "*A Importância dos Microrganismos na Formação do Humus*", 1940, Moscou.
- 53 — GINSBURG, J. M.: *Soil Sci.* 20 : 1-13, 1925.
- 54 — GODDARD, D.: *Am. J. Bot.* 31 : 270-271, 1944.
- 55 — GRIS, E.: *Compt. Rend Acad. Sci.* Paris 19 : 1118-1119, 1944.
- 56 — GUSSEJNOW, B. J.: et al.: *Nachr. Akad. Wiss. Azerbadshan USSR, biol. Wiss.* pág. 11-21, 1962.
- 57 — HAAS, A. R. C.: *Bot. Gaz.* 89 : 410-413, 1931.
- 58 — HAAS, A. R. C.: *Soil Sci.* 42 : 435-443 e 42 : 93.
- 59 — HAGEN, C. E. e HOPKINS, H. T.: *Plant Physiol.* 30 : 193, 1955.
- 60 — HALE, J. B. e HEINTZE, G.: *J. Agr. Sci.* 36 : 277, 1946.
- 61 — HALL, A. D. e MORRISON, C. G. T.: *Proc. Roy. Soc.* 77 B : 455, 1906.
- 62 — HALL, A. D.: *Trans. Chem. Soc.* 85 : 950, 1953.
- 63 — HAMBIDGE, G. (Editor): "*Hunger Signs in Crops*", 1951, Washington, D. C.
- 64 — HARMER, P. M. e BENNE, E. J.: *Soil Sci.* 60 : 137, 1945.
- 65 — HARTMANN, C. e POWERS, W. L.: *Soil Sci.* 25 : 371-377, 1928.
- 66 — HEINTZE, S. G.: *J. Agr. Sci.* 36 : 227, 1946.
- 67 — HEWITT, E. J.: et al.: *Nature*, 163 : 681, 1949.
- 68 — HEWITT, E. J.: *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 2 : 25, 1951.
- 69 — HEWITT, E. J. e AGARWALA, S. C.: *Ibidem*, 1952, Vol. III, pág. 141.

- 70 — HILL, H.: *Better Crops*, 27 : 5-6, 1943.
- 71 — HOAGLAND, D. R. e CHANDLER, W. H.: *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 29 : 267-271, 1933.
- 72 — HOAGLAND, D. R.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30 : 288-294, 1933.
- 73 — HOFFMAN, I. C.: *Ohio Veg. Growers Assoc. Proc.* 18 : 58-62.
- 74 — HONERT, T. H. Van: *Arch. Suikerind. Nederland Indie Meded* 23 : 1539-1608, 1928.
- 75 — HUTCHINSON, G. E.: *Quart Rev. Biol.* 18 : 128, 1943.
- 76 — JENSEN, H. L.: *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 72 : 265, 1947.
- 77 — JONES, J. P.: *Massachusetts Agr. Exp. Sta. Bul.* 247, 1929.
- 78 — JOHNSON, M. O.: *Hawai Agr. Exp. Sta. Press. Bul.* 51, 1916.
- 79 — JOHNSON, M. O.: *J. Ind. and Eng. Chem.* 20 : 724-725, 1928.
- 80 — JOHNSTON, E. S.: et al.: *Plant Physiol.* 4 : 31-62, 1929.
- 81 — KARIM, A. G. M. B. and VLAMIS, J.: *Plant and Soil*, 16 : 347-360, 1962.
- 82 — KERSTING-MÜNSTER, F.: *Forschungsdienst* 5 : 48, 1938.
- 83 — KICK, H.: *Z. landw. Forschg. (Sonderheft)* 16 : 1-18, 1961.
- 84 — KLEINHOLZ, J. R.: *Phytopat.* 32 : 1082-1086, 1942.
- 85 — KNICKMANN, E.: *Landw. Forschg.* 15 : 130-134, 1962.
- 86 — KNOTT, J. E.: *Agr. Exp. Sta. Bul.* 552, 1933.
- 87 — LAGATU, H. e MAUME, L.: *Ann. E. N. A. Montpellier*, 22 : 257, 1934.
- 88 — LEE, H. A. e MCHARGUE, J. S.: *Phytopat.* 18 : 775-786, 1928.
- 89 — LEMMERMANN, O.: *Z. Pflanzenern. Düng.* 13 A : 28, 1929.
- 90 — LIEBIG, J.: "*Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie*", 1862, Braunschweig.
- 91 — LIPMAN, C. B. e MCKINNEY, G.: *Plant Physiol.* 6 : 593-599, 1931.
- 92 — LOBB, W. R.: *New Zeal. J. Agr.* 87 : 3, 1953.
- 93 — MCKAY, O. C. e MCEACHERN, C. R.: *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 26 : 54-57, 1962.
- 94 — McMURTREY, J. E. Jr.: *J. Amer. Soc. Agr.* 21 : 142-149, 1929.
- 95 — McMURTREY, J. E. Jr.: *J. Agr. Res.* 38 : 371-380, 1929.
- 96 — McMURTREY, J. E. Jr.: *J. Amer. Soc. Agr.* 24 : 707-716, 1932.
- 97 — McMURTREY, J. E. Jr.: *J. E. US Dept. Agr. Techn. Bul.* 340, 1933.
- 98 — McMURTREY, J. E. Jr. et al.: *Maryland Agr. Exp. Sta. Bul.* 358, 1934.
- 99 — McMURTREY, J. E. Jr.: *US Dept. Agr. Techn. Bul.* 612, 1938.
- 100 — McMURTREY, J. E. Jr. e ROBINSON, W. D.: *US Dept. Agr. Yearbook*, 1938, 807-829.
- 101 — McMURTREY, J. E. Jr.: "*Diagnostic Techniques for Soils and Crops*", 1948, Washington D. C.
- 102 — MAHONEY, C. H.: *Comm. Fert.* 65 : 13-22, 1942.
- 103 — MALAVOLTA, E. et al.: *Phyton*, 6 : 1, 1956.
- 104 — MALAVOLTA, E.: "*Manual de Química Agrícola*", 1959, São Paulo.
- 105 — MALAVOLTA, E.: *São Paulo Açuc.* 1 : 51, 1950.
- 106 — MARTIN, J. P.: *Hawai Planters' Rec.* 38 : 95-107, 1934.
- 107 — MARTIN, J. P.: *Hawai Planters' Rec.* 38 : 3-31, 1934.
- 108 — MAXIMOW, N. A.: *Lit. Agr. Vol.* 222 : 223, 1958.
- 109 — MAZÉ, P. M.: *Ann. Inst. Pasteur*, 33 : 139-173, 1919.
- 110 — MEHLICH, A., FRED, E. B. e TRUOG, E.: *Soil Sci.*, 35 : 259, 1933.
- 111 — MELCHERS, W. J. e GERRITSSEN, H. J.: "*Koper als Onmisbaar Element voor Plant en Dier*", 1944, Wageningen.
- 111-A — MENGEL, K. e MARSCHNER, H.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 100 (3) : 193-207, 1963.
- 112 — MILLS, C. F.: *Sci. Food Agric.* 8 : 88, 1957.
- 113 — MIYAMOTO, T.: *Naturwiss.* 49 : 213, 1962.
- 114 — MOGILNER, I. e CENOZ, H.: *Bonplandia*, Tomo I. n.º 1 : 70-80 e 38-51, 1960.
- 115 — MORRIS, H. D.: e PIERRE, W. H.: *Agron. J.* 41 : 107, 1949.

- 116 — MORGAN, M. F.: *Conn. Agr. Exp. Sta. Bul.* 450, 1941.
- 117 — MULDER, E. G.: *Plant and Soil*, 1 : 94, 1948.
- 118 — MULDER, D.: "*Voedingsziekten bij Fruitgewassen*", 1956, S. Gravenhage.
- 119 — NEUBAUER, H. e SCHNEIDER, W.: *Z. Pflanzenern. Düng.* 2 : 329, 1923.
- 120 — NICHOLAS, D. J.: *Ann. Bot.* 21 : 587, 1957.
- 121 — NIKLAS, H. e POSCHENRIEDER, H.: *Z. Pflanz. Düng. Bodenk.* 18 : 129, 1930.
- 122 — NORMANN, A. G.: *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 8 : 226-228, 1943.
- 123-A — OLSEN, C.: *Physiol. Plant.* 1 : 136, 1948.
- 123-B — OLSEN C.: *Compt. Rend. Lab. Carlsberg*, 21 : 15, 1935.
- 124 — OSERKOWSKY, J.: *Plant Physiol.* 8 : 449, 1933.
- 125 — OVERBEEK, J. Van: *Meded. Phytopath. Lab. "Willie Commelin Scholten"* 13 : 29-33, 1934.
- 126 — PEIVE, J. V.: *Edit. Acad. Ciencias URSS*, 1954.
- 127 — PIPER, C. S.: *J. Agr. Sci.* 32 : 143-177, 1942.
- 128 — PLANT, W. J.: *Journ. Hort. Sci.* 26 : 109, 1951.
- 129 — POLLACCI, G.: *Ber. Bot. Ges.* 53 : 40, 1935.
- 130 — POSCHENRIEDER, H. e LEUTHOLD, R.: *Bayer. Landw. Jb.* 39 : 237-243, 1962.
- 131 — PRIMAVESI, A.: "*Erosão*". 1952, São Paulo.
- 132 — PRIMAVESI, A.: "*Deficiências Minerais em Culturas Tropicais*", 1953, não public. São Paulo.
- 133 — PRIMAVESI, A.: "*Cultura da Cana de Açúcar*". 1954, São Paulo.
- 134 — PRIMAVESI, A.: "*As leguminosas na Adubação Verde*". 1955, São Paulo.
- 135 — PRIMAVESI, A.: "*O Vírus nas Plantas e o seu Combate*". 1955, São Paulo.
- 136 — PRIMAVESI, A.: "*A Cultura do Trigo*". 1956, São Paulo.
- 137 — PRIMAVESI, A.: "*Diagnóstico Bio-Físico da Terra*". 1963, Univ. Santa Maria.
- 138 — PRIMAVESI, A. et al.: *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 105 (1) 22-27, 1964.
- 139 — PURVIS, E. R. e RUPRECHT, R. W.: *Flórida Agr. Exp. Sta. Bul.* 307, 1937.
- 140 — PURVIS, E. R.: e HANNA, W. J.: *Va. Truck Exp. Sta. Bul.* 105, 1940.
- 141 — QUINLAN-WATSON, T. A. F.: *Nature.* 167 : 1033, 1951.
- 142 — RALEIGH, G. J.: *Soil Sci.* 60 : 133, 1945.
- 143 — REED, H. S. e HAAS, A. R.: *J. Agr. Res.* 24 : 801, 1923. *Univ. Calif. Agr. Exp. Sta. Tech. Paper* 17.
- 144 — RICHARDS, F. J.: *Ann. Bot.* 5 : 263, 1941.
- 145 — RUSSELL, E. W.: "*Soil Conditions and Plant Growth*". 1961, págs. 282-290, 467. London.
- 146 — RUSSELL, E. W.: "*Soil Conditions and Plant Growth*". 1961, págs. 365-370. London.
- 147 — RUSSELL, E. W.: "*Soil Conditions and Plant Growth*". 1961, págs. 317-351. London.
- 148 — RUSSELL, E. W.: "*Soil Conditions and Plant Growth*". 1961, págs. 44-45. London.
- 149 — RUBIN, B. A.: "*Fisiologia Vegetal*", Parte II, pág. 22. 1956, Moscou.
- 150 — RUBIN, B. A.: *Ciência Soviética*, Edit. do Estado, Vol. 2, págs. 64-65, 1956.
- 151 — SACKETT, W. G. e STEWART, L. C.: *Colo. Agr. Exp. Sta. Bul.* 375, 1931.
- 152 — SAMUEL, G. e PIPER, C. S.: *Ann. Appl. Biol.* 16 : 493-524, 1929.

- 153 — SCHEFFER, F.: "Der Stickstoff". 1961, Berlin.
- 154 — SCHREINER, O. e DAWSON, P. R.: *Ind. and Eng. Chem.* 19 : 400-404, 1927.
- 155 — SCHREVEN, A. D. Van: *Landbouw Tijdschr. Wageningen*, 47 : 706-726, 1935.
- 156 — SCRIPTURE, P. N. e EDINGTON, G.: *Soil Sci.* 60 : 15, 1949.
- 157 — SEKERA, F.: "Der gesunde und der kranke Boden", 1951, Berlin.
- 158 — SEKERA, F. e BRUNNER, A.: *Bodenk. und Pflanzenern.* 29 : 169, 1943.
- 159 — SHERMANN, G. D.: "Soil", USDA Yearbook 1957, Washington.
- 160 — SHIVE, J. W.: *New Jersey Agr. Exp. Bul.* 603, 1936.
- 161 — SHKOLNIK, M. Ia et al.: *Fisiologuiia Rastieni*, 5 : n.º 5, 1958.
- 162 — SHKOLNIK, M. Ia e AZIMOW, R. A.: *Fisiologuiia Rastieni*, 6 : 9, 1959.
- 163 — SKINNER, J. J. e BEATTIE, J. H.: *J. Amer. Soc. Agr.* 9 : 25, 1917.
- 164 — SKOOG, F.: *Amer. J. Bot.* 27 : 939, 1940.
- 165 — STEWART, I. e LEONARD, C. D.: *Proc. Fla. State Hort. Sci.* 64 : 51, 1951.
- 166 — STOUT, P. R. e JOHNSON, C. M.: "Soil", USDA Yearbook 1957, Washington.
- 167 — STOUT, P. R. e MEAGHER, W. R.: *Science* 108 : 471, 1948.
- 168 — STUART, N. W. e GRIFFIN, D. M.: *Herbertia*. 11 : 329-337, 1944.
- 169 — SYMPOSIUM: "On the Role of Magnesium in Plant Nutrition", *Soil Sci.* 63 : 1-28, 1947.
- 169-A — SYMPOSIUM: "Die Aktive Ionenaufnahme der Pflanzenzelle", *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 100(3) : 193-207, 1963.
- 170 — THOMAS, E. E. e HAAS, A. R.: *Bot. Gaz.* 86 : 355, 1928.
- 171 — TIEDJENS, V. A. e SCHERMERHORN, L. G.: *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 35 : 704-708, 1938.
- 172 — TISDALE, S. L., e NELSON, W. L.: "Soil Fertility and Fertilizers", 1958, New York.
- 173 — TISSEAU, M. A. et al.: *Fertilité*, 3 : 5, 1957.
- 174 — TREGGI, G.: *Plant and Soil*, 15 : 291-294, 1961.
- 175 — TRUOG, E.: *J. Amer. Soc. Agron.* 22 : 874, 1930.
- 176 — VIETS, F. G.: *Adv. in Agron.* 14 : 223-264, 1962.
- 176-A — VOISIN, A.: *Rev. Path. Gén. Physiol. Clinique*, 749 : 631-672, 1963.
- 176-B — VOISIN, A.: "Les nouvelles lois scientifiques d'application des engrais", 1962, Université Laval.
- 177 — WAGNER, F.: *Phytopath. Ztschrft.* 12 : 427, 1940.
- 178 — WAKSMAN, S. e TENNEY, F. G.: *Soil Sci.* 24 : 317, 1927.
- 179 — WALLACE, T. e HEWITT, E. J.: *J. Pomol.* 22 : 153, 1946.
- 180 — WALLACE, T.: "The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptons", 1943, London.
- 181 — WALLACE, T.: *Ann. Appl. Biol.* 17 : 649-657, 1930.
- 182 — WALLACE, T.: "The Supplement of the Colour Atlas", 1944, London.
- 182-A — WALLACE, T.: et. al: *Nature*. 156 : 778, 1945.
- 183 — WALLIHAN, E. F. and EMBLETON, T. W. et al.: *Calif. Agric.* 12 : 4, 1958.
- 184 — WANDER, I. W. e GOURLEY, J. H.: *J. Amer. Soc. Agron.* 30 : 438, 1938.
- 185 — WANDER, I. W. e GOURLEY, J. H.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 46 : 21, 1945.
- 186 — WARINGTON, K.: *Ann. Bot.* 37 : 630, 1923.
- 187 — WARINGTON, K.: *Ann. Apl. Biol.* 33 : 249, 1946.
- 188 — WEINBERGER, J. H. e CULLINAN, F. P.: *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 34 : 249-254, 1937.
- 189 — WIEGNER, G.: "Kolloidchemie und Bodenkunde". Intern. Kongr. d. Chemie, 1934.

- 190 — WIERSUM, L. K.: *Plant and Soil*. 15 : 189-192, 1961.
- 191 — WILLSTATTER, R. e STOLL, A.: "*Untersuchungen über Chlorophyll, Methoden und Ergebnisse*", 1913, Berlin.
- 192 — WILSON, P. W.: "*The Biochemistry of Symbiotic Nitrogen Fixation*", 1940.
- 193 — WINOGRADOV, A. P.: "*Spurenelemente in der Landwirtschaft*", 1958, Berlin.
- 194 — WOOD, J. G.: *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 4 : 1, 1953.
- 195 — WRIGHT, K. E.: *Plant Physiol.* 18 : 708, 1943.

ÍNDICE DOS TEMAS

- Abacateiro, frutas deformadas, pequenas e arredondadas, 198
- Abacaxi,
brôto amarelo vivo, margens vermelhas, 53
brôto clorótico, 216
manchas amarelas com centro escuro, 198
- Absorção,
centrôlo, 24
inibição, 26
- Adubação, 26
com bactérias, 222
de sementes, 28
maciça, 14
pontos de vista, 28
por pulverização, 28
química, 7
verde, 13, 33
- Adubos,
calcários, 40
fosfáticos, 37
nitrogenados, 31
orgânicos, 33
potássicos, 35
quantidade, 27
uso, 13
- Água, 10
proteção contra perdas, 76
- Alface,
brôto deformado, folhas novas com margens necróticas, 144
manchas cloróticas nos caules e nervuras, pé murcha, 177
- Alfafa, 53
dominada pelo inco, 88, 89, 90
- Algodoeiro, 52, 65
ferrugem, 77, 78
flôres somente na base dos ramos, 53
folhas com descoloração purpúrea, 121, 123
folhas esbranquiçadas com veias principais verdes e pontinhos necróticos, 198, 199
folhas novas encrespadas, cloróticas, deformadas, com margens rasgadas, 187
maças abrem deficientemente, 78
pecíolos murcham nas plantas novas, mudas perecem nas épocas frias e úmidas, plantas velhas muito altas, pouquíssimas maçãs, 101, 102
plantas cloróticas, mais tarde bronzeadas, 172
plantas tufosas, pequenas e envassouradas, 144
porte ereto, planta raquítica cor verde escuro, 68
ramificação pouca, folhas avermelhadas, 52
- Alumínio, 23
relação com fósforo, 23
- Amendoim, 52
ápice tufoso e clorótico, muitas cascas vazias, 102
brotos novos avermelhados, lesões na face inferior das folhas, 123
folhas queimadas, nódulos deformados, (gosto ruim), 78, 80
planta clorótica, 52
parte ereto, cor verde azulado, folhas novas cloróticas, 66
- Amostragem de partes vegetais, 5
- Análise do solo,
biológica, 1, 2
química, 1, 2
- Análise química foliar, 1, 2, 4, 5
- Apodrecimento de frutas no transporte, 77
- Arroz, 53, 67, 68, 79, 80
brussone, 80
cabeça branca, 199
clorose apical, 216
clorótico, poucos colmos finos, 53
espigas brancas e estéreis, 176
folhas estriadas de necrose marginal, 123
folhas purpúreas, cachos pequenos e eretos, 62
folhas velhas estriadas de marrom, 200
maturação demorada, 144
tecido quebradico, folha cartucho branca, encrespada, espiga contorcida e estéril, 200
- Árvores frutíferas,
alternância da safra, (um ano sim outro não), 120 a 141
cansaço, 73
copa irregular, pouco crescimento, morrem as pontas dos galhos, 58
frio, pouca resistência, 73, 87, 128
- Aveia,
espigas branqueiam, pontas com flôres estéreis, 169
- Bananeira, 53
brôto clorótico, até branco, flôres na maioria estéreis, 102, 103
brôto morre, 144, 145, 146, 147, 148
brôto não abre, morre o pé, "Mal de Panamá", 202, 203, 204, 205, 206
clorose geral, 53
folhas estriadas entre as nervuras, necrose marginal, 123
folhas mais novas murcham, casca racha-se em épocas úmidas, 177, 178
folhas morrem salvo as apicais, 80
frutas numerosas, pequenas, com carreiras estéreis no meio do cacho, 123
frutas pedrentas de sabor amargo, folhas com pontas partidas, 145, 146, 147
porte ereto, folhas escuras, plantas raquíticas, 68, 69
- Batata doce,
com sarna, polpa aguada, 150
descoloração amarela ou vermelha das folhas e queda abundante, 82
necrose entre as nervuras, 125
- Batatinha, 53, 68
brôto deformado e clorótico (Virus Y), manchas pretas nos caules, pecíolos e na polpa dos tubérculos, 104
brôto esbranquiçado, 216
folhas novas, cloróticas, brôto tufoso, sarna na casca, centro ôco do tubérculo, 148, 149
folhas pequenas, manchas cinzentas, lesões escuras no caule, 200

- folhas superiores enrolam e inferiores caem, 51
 folhas velhas cresçam, caem até as apicais, 80, 81, 82
 manchas necróticas nas folhas apicais, crescimento reduzido, 189
 murcha, podridão branca dos tubérculos, saem glicículas brancas quando comprimidas, 170
 planta alta, delgada, de cor verde escuro, maturação retardada, tubérculos com manchas enferrujadas, 69
 tubérculos escurecem quando cortados, 82
 tubérculos poucos e pequenos, 54
Beterraba, raízes fibrosas, anéis esbranquiçados, broto clorótico, 167
 raízes pequenas, descoloradas, 195
Boro, 20, 43, 47
 deficiência, 20, 142, 170, 228
 relação com cálcio, 20
Botões,
 caem, 52, 54, 60, 63, 156, 195
 pontas apodrecem, 100
Brotação, tarde na época, 136
Brôto (gema apical),
 amarelados, rosados ou purpureados, 157, 153
 cae, 178, 181, 87
 clorótico, 54, 83
 clorótico avermelhado, 63
 esbranquiçado, 171, 172, 173, 174, 175, 211, 219
 esbranquiçado com veias verdes, 186, 196
 morre, 100, 142, 150, 153, 178, 180, 180, 191, 200, 201, 202, 223
 racha a nervura principal das folhas, 156
 múltiplo, 142, 170, 178, 180, 181
 murcho, 183
 permanece dormente, 205
 purpúreo com veias verdes, 195
 necrose marginal, folhas se enrolam, 195
Cafeeiro, 54
 brôtos caem, 54
 brôtos moles e improdutivos, folhas grandes, forte "dieback", 173 a 180
 brotos morrem, 153
 brotos novos, cloróticos, 54
 brotos quase brancos, nervuras verdes, 217
 clorose forte até quase branca, qualidade péssima, 172, 173
 clorose no lado noroeste, forte, "dieback" falta de aroma, 190, 191
 desfolhação, grave em tempos úmidos, 83
 folhas novas encarquilhadas, morrem os brotos, 106, 107
 forte "dieback", rosetas de folhas, manchas aureoladas, 200, 201, 202
 manchas necróticas, permanecem as nervuras, desfolhação intensa quando começam a amadurecer os frutos, 126
 queda de frutos verdes, manchas necróticas nas folhas depois da floração, 69
 queda das folhas na época da floração, brotos caem, formação de raízes adventícias, 83
 superbrotação na base do brôto morto, folhas purpureadas "dieback" dos pés, muitos frutos enegrecidos, 150, 151, 152, 153
Cal virgem, 40
Calagem, 41
 perigos, 42
 provoca deficiência de Manganês, 187
 provoca deficiência de Ferro, 215
Calcários, 40
Cálcio, 17, 18, 47, 99, 228
 cianamida, 32
 carbonato, 40
 relação com magnésio, 18
Cana de açúcar, 55
 ápice murcha permanentemente, pendão não abre, 178, 179
 clarificação difícil, 71
 folhas apicais estriadas e rasgadas, 151, 152
 folhas com pontinhos cloróticos, mais tarde necróticos, parecendo ferrugem, 126
 folhas enrolam-se, plantas novas com folhas brancas, folhas velhas com manchas vermelhas, 107, 108, 159
 folhas velhas morrem salvo o ápice, manchas vermelhas na nervura principal, 83, 84, 85
 morre a gema apical, cana racha, "Cork" na nervura principal, 153, 154
 plantas novas brancas, plantas velhas brotos brancos, 217
Carbonato de potássio, 36
Caruncho, ataque freqüente, 92
Cations, 15
Caules,
 finos e fibrosos, 60
 levemente avermelhados, 52
 murcham, 99
Cebola,
 bulbos pequenos, folhas apodrecem facilmente, 180
 folhas avermelhadas nas pontas, 56
 folhas mais velhas: colapso geral, 126, 127
 folhas mais velhas morrem tomando cor muito escura, 71
 folhas racham na face superior, bulbos pequenos e fibrosos, 154
 folhas velhas de amarelo cinzento, pouco enrugadas, muito finas, 85
 planta toda aparece torta, 154
Cenoura,
 clorose, 56
 folhas se enrolam, 110
 folhas secas pardacentas, raízes finas e pontudas, 85
 raízes com manchas moles ("podridão branca"), 180
 raízes menores e pálidas, 126
 raízes racham, 154
 raízes ramificadas, 154
Cevada, folhas salpicadas de pontinhos vermelhos, 97
Chuchu,
 folhas com áreas necróticas, muito rasgadas, 213
 folhas com manchas cloróticas, mais tarde necróticas, margens rasgadas, 136
Chumbo, 25
Chuva, 44
 excesso, 44
Cinza, 36
 de arroz, 38
 de ossos, 38
Clor-Cholim-Clorat (CCC), 23
Clorcto de potássio, 35
Cloro, 23
Clorose, 52, 54, 58, 223
 brôto, 55, 171, 186, 186, 197, 214, 215, 219
 de plantas novas, em épocas secas, 174
 geral, 52, 64
 na parte noroeste do pé, 197, 214
 pintada, do ápice, 215
Cobalto, 24, 43
Cobertura morta, 36
Cobre, 21, 47, 176 a 185, 223
 relação com nitrogênio, 21
Colmo curvado no meio, 176, 175, 186, 196
 perto do chão, 142, 170
Compounds, sistema, 8
Considerações finais, 230

- Cork, nas frutas, 144 a 170
- Coroação,
ausente, 120, 121, 197
muito cedo, 118
reduzida, 52, 60
- Couve flor, 109
cabeça pequena com áreas apodrecidas, 154, 155
cabeça solta, levemente avermelhada, 127
folhas muito compridas, "Whiptail", 220
folhas velhas alaranjadas ou avermelhadas, 56
folhas velhas apodrecem exalando mau cheiro, 85
folhas velhas de roxo carregado, amarelam e caem, 72
murcham e morrem as folhas do brôto, 110
- Crescimento, limitação, 51, 65, 76, 197
- Culturas,
acidófilas, 29
irrigadas, 29
- Deficiência,
aparecimento no fim da época, 120
boro, 142 a 175
cálcio, 99 a 119
cobre, 176 a 185
enxofre, 171
época de aparecimento, 43
ferro, 215 a 219
fósforo, 65 a 75
magnésio, 120 a 141
manganês, 186 a 196
manifestação lugar, 5, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51
molibdênio, 220 a 222
nitrogênio, 51 a 64
potássio, 76 a 93
reconhecimento, 49
zinco, 197 a 214
- Diagnóstico visual foliar, 6
contrôle, 225, 226
- Doença, resistência, 76
- Dolomito, 41
- Entrenós curtos, 77, 197, 214
- Envassouramento, 161, 162, 163
- Enxofre, 16, 17, 47, 171
- Enzimas, 12, 21
respiratórias, 21, 22
- Erosão, 6, 7, 223
- Escória de Thomas, 37
- Espigas,
brancas e sem paniculas, 212, 213
contorcidas, 200
estéreis, 177
- Espinafre, mosaico, 193, 194
- Estrume, 36, 38
preparação, 39
- Estrutura do solo, 2
- Exigências vegetais, tolerância, 3, 6
- Exsudações resinosas, 55, 175
- Fatores de produção, 10, 11
- Ferro, 19, 47, 215 a 219, 228
- Ferrugem, 77, 78, 87, 88, 126
- Fibras, elasticidade, 15
- Fitófтора, 82
- Flôres,
caem antes de formar frutos, 175
estéreis, 183
formação, 15, 21
formação reduzida, 197, 214
murcham, 111
poucas, 211
poucas só na base do galho, 53
- Florescência, 18
- Fofice, 232, 233, 11
- Fóllhas,
base e margens muito cloróticas, 173
caem, 65 a 75, 99 a 119, 120 a 141, 183, 223
caem as novas, 181, 211
caem e brotam de novo, 211
caem em época chuvosa, 58, 75, 120, 141
caem na época da florescência, 83
caem, salvo os apicais, 76, 58
caem totalmente na maturação dos frutos, 121
cartucho em espiral, 176, 185
com pontas partidas, 145
descolração purpúrea, 66
desfolhação, em tempos úmidos, 63
desfolhação forte, 117
dobram para trás encostando no caule, 183
do brôto clorótico caem, 219
embrionais de leguminosas com manchas escuras, 194
encrespadas, 77, 79, 98
enroladas, 54, 53, 100, 114
gigantes, 180, 181
mais velhas amarelecem, 52
mais velhas purpúreas, sintomas agravam-se com o frio, 68
mais velhas morrem, tomando cor muito escura, 71
morrem, salvo os apicais, 78 a 98
mosqueadas, 193, 220, 223
pecíolos com manchas escuras, 177
pequenas, pintadas, entrenós curtos (Fenching), 207, 208, 209
pequenas amarelas com veias principais verdes, 198, 211
pequenas, pintadas, nas pontas dos galhos, 210
pontas esfiapadas, 191, 192, 203, 211
purpúreas, sintomas agravam-se com o frio, 63
racha a nervura principal, 156
superiores enrolam, inferiores caem, 54
tamanho reduzido, cor verde escuro, posição ereta, 66
terminais desbotam e caem, 219
tufos nas pontas dos galhos, 198
velhas, de roxo carregado, amarelam e caem, 72
velhas são mosqueadas, 220, 221, 222
- Fosfatos,
absorção, 25
adubos, 37
- Fósforo, 15, 46, 227
balanço, 16
bloqueio por alumínio, 23
deficiência, 16, 65 a 75
disponibilidade, 16
- Frutas,
apodrecem no transporte, 77
apodrecem onde sofreram pressão
derrubadas antes de amadurecer, 72, 73
derrubadas novas com 2 meses, (baldezinhas com casca resinosa), 183
derrubadas prematuramente, 87
duras, 156
formam-se poucas, 73
lesões escuras na casca, 156
manchas secas e amargas, 161
maturação desigual, apodrecem facilmente, 95
maturação e queda precoce, 60
numerosas e pequenas em pés desnudados de folhas, 120 a 141
pedrentas e deformadas, 159, 162
pequenas e adstringentes, 63
pequenas e deformadas, 211
pequenas e redondas, 198
pequenas e secas, 80
poucas, na base do galho, 52
poucas sementes, 133
racham em volta do caule, 167

- Fumo, 71
 aroma falta, cinza sem capacidade de manter o fogo, 86
 brotos quase brancos, 217, 218
 clorose, folhas mais velhas morrem, 56
 clorose geral, margens necróticas, folhas curvam-se para baixo, 174
 crescimento e maturação retardada, plantas erectas escuras, fumo "curado" muito escuro, 72
 ferrugem, folhas velhas rasgadas, "Doença do fogo bravo", 85
 folhas secas com cor desigual, cinza muito escura, 127, 128
 manchas aureoladas, infecção secundária, 207
 morre o ponto vegetativo, racha a nervura principal das folhas, botões caem, 156
 mosaico, 127, 128
 mosaico com pontinhos necróticos, 193
 murcha permanente do ápice, 180, 181
 "Vira cabeça", 111
- Gás carbônico, 11
- Gesso, 17, 41
- Guano, 33
- Hiperfosfato, 38
- Humo, 2, 16, 22
- Infecção secundária, 44, 142, 159, 176, 207
- Irrigação, 232
- Kainit, 35
- Laranjeira, 57
 alternância de safra boa e ruim, 130
 botões caem, desfolhação forte, 57
 agravada em épocas úmidas, 58
 brotos alaranjados, frutas pequenas em casca áspera, 217
 brotos cloróticos, múltiplos, morrem logo, excreções escuras, "Casca de couro", 181, 182, 183
 brotos novos de amarelo claro, frutas pequenas claras e deformadas, 174
 folhas deformadas, murcha precoce das folhas, lesões escuras na casca das frutas, frutas duras com empregações resinosas, 156, 157
 folhas esbranqueiam até a base, casca das frutas muito fina, tingida de marrom, brotos morrem, 112, 113
 folhas mosqueadas, desfolhação moderada, frutas claras e ácidas, 193
 folhas pequenas amarelas com veias principais verdes, (Frenching), entrenós curtos, 207, 208, 209, 210
 folhas perto das frutas, mosqueadas, clorose nos lados da nervura principal, caem na primeira onda de frio, aparecendo as frutas no pé desnudado, 128, 129, 130
 folhas velhas mosqueadas de amarelo, excreções gomosas na face inferior, caem, 220
 frutas de polpa e casca pálidas, apodrecem no transporte, 130
 galhos novos caem, muito sensíveis ao frio, frutas deformadas e secas, derrubadas 2/3 prematuramente, 87
 pés novos derrubam as folhas mais velhas, não produzem frutas, 72, 73
 pés velhos manchas escuras nas folhas velhas, frutas de casca áspera e grossa, derrubadas 2/3 antes de amadurecer, 72, 73
- Leguminosas,
 botões caem, 217
 brotos amarelos, queda de folhas, 217
 rosa ou purpúreos, 157, 158
 clorose apical, perda de folhas e botões, 217
 clorose entre as nervuras ou mosaico, margem necrótica, 130, 131
 clorose mosqueada do ápice, 164
 clorose nas folhas inferiores, 58
- ferrugem ou pontinhos brancos nas pontas das folhas, sementes chochas, 87, 88
 folhas caem e brotam novas, 211
 lobulos dobram para trás, encostando no caule, 183
 nodulação deficiente, 220
 pecíolos murcham, 116
 vagens com poucas sementes desenvolvidas, 116
- Lei do mínimo, 9
- Linho,
 bacteriose, 159
 clorótico, pouco ramificado, 59
 folhas apicais caem, flores estéreis, 183
 murcha o ápice, 113
 necrose na ponta e margem das folhas que caem antes de secar, 131
 planta delgada, pouco ramificada, coroação escassa, 73
 planta pequena, poucas flores, 50
- Lixiviação, 15, 32
- Macieira, 132, 133
 brotos murchos, 183
 "Cansaço" do pomar, 73
 cork nas frutas, manchas amargas nas frutas, envassouramento, 159, 160, 161
 coroação reduzida, 60
 desfolhação no meio pau, frutas pequenas, numerosas e pálidas, 133
 folhas arredondadas, frutas pequenas, folhas secas nas pontas dos galhos, 92
 folhas estreitas, nervuras avermelhadas, ramificação restringida, 73
 frutas, maturação e queda precoce, 60
 frutas pálidas, com partes altamente coloridas, 219
 raízes bulbosas, manchas escuras nas folhas, morrem os brotos, 114
 roseta de folhas, frutas pequenas e deformadas, "dieback", 210, 211
- Magnésio, 16, 46, 120 e 141, 228
- Mameiro, 89
 folhas furadas, pontinhos necróticos especialmente nas pontas das folhas, 131, 133
 folhas velhas morrem, muitas frutas pequenas, parcialmente deformadas, 150, 133
 frutas pedrentas e amargentas, quebra o ápice, 162
 frutas pequenas, apodrecem quando sofrem pressão, 130, 133
- Manchas aureoladas, 197
- Mandioca, raízes aguadas, 162, 163, 164
- Manganês, 21, 43, 47, 186 a 196, 229
 relação com nitrogênio, 22
- Manifestação da deficiência, 49
- Matéria orgânica, 7, 21
- Maturação,
 desigual, 77, 169, 170
 precoce, 53, 100
 tardia, 66, 75
- Melancia,
 caules finos e fibrosos, botões caem, 60
 cipós finos e curtos, folhas terminais branqueiam, muito botões caem, 195
 folhas velhas mais ou menos encrespadas com manchas bronzeadas, frutos inchados na parte da flor, 90, 91
 frutos secos, racham facilmente, parte da flor apodrece, 142, 170
 mancha preta, 133, 134
- Meristema, estimulação, 17
- Mildio, 25
- Minerais,
 compostos, 4
 deficiência, 9, 26
 fixação, 3

- indicação pela planta, 26
relação recíproca, 4
solubilidade, 9
substituição, 9
- Milho.**
bróto branco, ponta das folhas rasgadas, 211
bróto estriado, 219
espiga com ponta branca, com grãos rudimentares, caruncha fácil, 92
espiga com ponta branca, achatada e estéril, 73, 74
espiga com ponta preta e estéril, 60
espiga, grãos chochos, soltos no sabugo, 164, 165
folhas estriadas, 132, 134
folhas velhas com necrose marginal, gomos curtos, caruncha facilmente, 91, 92
pés tortos, espigas pequenas, múltiplas e deformadas; híbrido; grãos chochos, soltos na espiga, 164, 165
plantas novas, de verde escuro avermelhado, podem ser amarelas, espiga de ponta branca chata e estéril, 73, 74
queima das folhas, piorando em tempo chuvoso, 60
- Molibdênio.** 24, 43, 220 a 222
- Mosaico.** 126, 193, 194
- "Mulch system",** (cobertura morta), 36
- Murcha.** 176 a 185
- Nabo.**
crescimento retardado, 62
folhas enrolam, necrose marginal, 195
raízes, centro ôco e preto, racham, são tortas e deformadas, 165, 166
- Nervuras.** clorose, 55
- Nódulos deformados.** 80
- Nitrogênio.** 12, 39, 46, 51, 227
abundância provoca falta de cobre, 176, 177, 184, 185
manganês, 186, 187, 189
adubos, 31
deficiência, 51 a 64
fontes, 12
- Nutrientes.**
ação recíproca, 227, 228, 229
disponibilidade, 2, 26
equilíbrio, 28
fixação, 13
inaproveitabilidade, 20
macro, 3, 12
micro, 3, 13
mobilidade no vegetal, 46, 47, 49
toxidez, 19
vegetais, 10
- Oxigênio.** 11
- Palha.** redução, 23, 185
- Parasitas.** 11, 21, 44
ataque, 100
resistência, 13
- Pepino.**
clorótico, fruto sêco do lado da flor, 63
folhas novas mosqueadas, plantas tufoas, 117
folhas velhas mais ou menos encrespadas, manchas bronzeadas, frutos inchados na parte da flor, 90, 91
- Pereira.** frutas pedrentas e deformadas, 102
- Perfilhação deficiente.** 63
- Pessegueiro.**
brotação tarde na época, desfolhação cedo, 136
bróto branco, folhas caem, 219
brótos cloróticos, avermelhados, 63
coroação cedo, 117, 118
coroação deficiente, restringida à base do ramo, 63
"dieback" das raízes, folhas enroladas, pigmentação purpúrea das pontas das folhas, desfolhação forte, coroação muito cedo, 117, 118
folhas encrespadas e enroladas, 92 a 95
folhas estreitas e escuras, pigmentação avermelhada, clorose irregular, épocas frias: folhas mais velhas caem, 74
frutas pequenas e adstringentes, 63
rosetas nas pontas, desfolhação no meio pau, frutas disformes, poucas flores, 211, 212
- pF.** 26
- pH.** 2, 7, 9, 22, 26, 29, 99, 186, 187
correção, 40, 41
- Plantas.**
acidófilas, 99
halófilas, 15
raquíticas, amarelas, 51, 52
resistência à concentração de sal, 23
à seca, 19
respiração, 20
teste, 224
tortas, 154
- Pó de chaminé.** 41
- Potássio.** 15, 46, 228
adubos, 35
carbonatos, 35
cloretos, 35
deficiência, 76 a 98
mobilização, 36
sulfato, 35
- Produção.** fator, 231
- Proteínas.** formação, 12, 16, 17
- Queimada.** 55
- Rabanete.**
raízes centro ôco e preto, racham, são tortas e deformadas, 165, 166
raízes finas e pontudas, folhas bronzeadas e grossas, 92
raízes pequenas fibrosas e finas, 62
- Raízes.**
adventícias, 83
aguadas, 144
bulbosas (fora do comum), 100
deformadas, 142 a 179
desenvolvimento, 1
feridas, 177
finas e pontudas, 85
manchas moles, 180
menores e páldias, 125
ôcas no meio, 144
pequenas, fibrosas e finas, 62
racham, 154
- Ramificação deficiente.** 52
- Ramos laterais.**
desenvolvimento, 52
pouco crescimento, 64
- Repólio.** 93
cabeças pequenas e soltas, pigmentação bronzeada, apodrecem facilmente, 55
folhas mosqueadas, margens morrem, 137
mosaico, não formam cabeças, 195
murcha, 183
pigmentação purpúrea, folhas amarelam e caem, 74
planta pequena e compacta, não forma cabeça, 183
- Rizosfera.** 26
- Safra.** avaliação, 1
- Salitre do Chile.** 31
- Salsa.** folhas crespas, raízes pequenas e fibrosas, 95

- Salsão, caules racham, bulbos pequenos e aguçados, 167
- Salsão, lesões escuras na raiz, 168
- Salsão raízes pequenas e finas, 75
- Sarna, 144
- Sêca, manifestação de deficiência, 43
- Sementes,
- chochas, 88
 - formação deficiente, 20, 75, 116, 142 a 170
 - solução nutritiva, 28
 - tamanho reduzido, 126
- Silicato, 43
- Silício, 25
- Sódio, 14
- Solo,
- agregados, 53
 - capacidade retentora, 11
 - desfloculação, 51
 - empobrecimento, 3
 - encharcados, 21
 - estrutura, 22, 26
 - organismo vivo, 6
 - peptização, 15
 - teor em nitrogênio, 51
 - volume útil, 27
- Soja, depois da florescência folhas com manchas escuras, poucas sementes, 75
- Sombra de vento, 11
- Sulfato de amônio, 32
- Sulfato de potássio, 35
- Superbrotação, 222
- em torno do broto morto, 142, 153
- Superfosfato, 37
- Tabela das deficiências, 46, 224
- Textura do solo, 2
- Tomateiro, 84, 95
- ápice amarelo com veias verdes, 185, 196
 - broto clorótico, folhas pequenas, 219
 - brotos se enrolam para dentro, frutos racham em volta do caule, 167
 - folhas pequenas, pontinhos necróticos, caem as folhas e brotam novas, 211
 - folhas quebradiças, manchas amarelas necrotizando, morrem as folhas mais velhas quando os primeiros frutos começam a aparecer, 138
 - folhas velhas bronzeadas, quebradiças, morrem logo,
 - folhas velhas mosqueadas, 221, 222
 - frutos amadurecem desigualmente, apodrecem facilmente, 95
 - murcha do ápice durante o dia, 184, 185
 - nervuras roxas, botões caem, frutos pequenos, muito vermelho quando maduros, 63
 - plantas altas finas e fibrosas, nervuras avermelhadas, folhas secas tornam-se pretas, maturação tardia, 75
 - plantas altas, fracas e finas, caem as flores, 175
 - plantas finas, fracas, ápice clorótico, 195, 196
 - "Vira cabeça", 118
- Trigo,
- espigas brancas, 212, 213
 - espigas brancas, às vezes sem panícula, 212, 213, 214
 - espigas com pontas estéreis e brancas 118
 - espigas pequenas e mal desenvolvidas, maturação tardia, 75
 - folha cartucho, encrespada, sementes chochas, 95, 96
 - folhas dobram para trás encostando no caule, sementes chochas, palha alta, 185
 - folhas estriadas, morrem logo, 153, 153
 - folhas novas estriadas de branco, muitas panículas vazias, 196
 - palha em grande quantidade, poucos grãos, 185
 - perfilhação deficiente, morte das folhas mais velhas, 63
 - perfilhamento durante toda a época vegetativa muitas espigas estéreis, 167
- "Tristeza", 156, 181, 183, 207, 268
- "Unidade Portadora", 12, 14, 26
- Vanádio, 24
- Varas de água, 182
- Vegetal,
- metabolismo, 10
 - respiração, 11
 - robustez, 13
 - sensibilidade, 10
 - tolerância, 10
 - transpiração, 11
- Veias marrons, 98
- Videira,
- boa coroação, desenvolve poucas frutas, 119, 169, 170
 - brotos cloróticos cachos pequenos, 219
 - clorose fraca, pouco vigor, 64
 - excreções escuras, nas frutas exsudações resinosas, 186
 - folhas deformadas, brotos dormentes, 170
 - folhas mosqueadas ou completamente desbotadas, com nervuras verdes, 140, 141
 - folhas pretas, brotos finos e curtos, poucas frutas, maturação tardia e desigual, 75
 - frutas, maturação desigual, 169, 170
 - Zinco, 22, 46, 197 a 214
 - fixação, 23



402371